

AUS DEM MEDIZINISCHEN ZENTRUM FÜR ZAHN-, MUND-
UND KIEFERHEILKUNDE

(Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Dr. Andreas Neff)

-ABTEILUNG FÜR ZAHNERHALTUNG-

(Direktor: Prof. Dr. Roland Frankenberger)

des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg
in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH
Standort Marburg

**Der Einfluss verschiedener Parameter auf den klinischen
Langzeiterfolg von Wurzelfüllungen am Zentrum für ZMK der
Philipps-Universität Marburg als Beitrag zur internen
Qualitätssicherung**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin

dem Fachbereich Medizin der
Philipps-Universität Marburg
vorgelegt

von

Sara Parchami

aus Esfahan

Marburg 2011

Angenommen vom Fachbereich Medizin
der Philipps-Universität Marburg
am: 15.02.2011

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan:	Prof. Dr. M. Rothmund
Referent:	Prof. Dr. R. Stoll
Korreferent:	PD Dr. A. Jablonski-Momeni

*meinen lieben Eltern gewidmet
in ewiger Dankbarkeit...*

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	V
1. Einleitung und Problemstellung	1
2. Literaturübersicht	3
2.1. Wurzelkanalbehandlung	3
2.2. Ablauf einer Wurzelkanalbehandlung	4
2.2.1. Aufbereitung eines Wurzelkanals	4
2.2.2. Spülung des Wurzelkanals	7
2.2.3. Wurzelkanalfüllung	7
2.3. Qualitätsmerkmale einer Wurzelkanalbehandlung	7
2.3.1. Korrekte Länge einer Wurzelfüllung	8
2.3.2. Homogenität einer Wurzelfüllung	10
2.4. Definition von Erfolg und Misserfolg in der Literatur	12
2.5. Prognose endodontisch behandelter Zähne	14
2.6. Einfluss verschiedener Faktoren auf den Erfolg oder den Misserfolg einer Wurzelkanalbehandlung	15
2.6.1. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit von der „Vitalität“ des Zahnes	16
2.6.2. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit von der „Symptomatik“ des Zahnes	17
2.6.3. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit vom „PRI“	18
2.6.4. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit von der „Länge“ und der „Kondensation“	20
2.6.5. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit von einer „Revision“	23
2.6.6. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit vom „Behandler“	24
2.6.6.1. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit von einer „Spezialisierung“ des Behandlers	26
2.6.7. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit von „Ledermix®“ als medikamentöse Einlage	28

2.6.8. Recall	30
3. Zielsetzung	34
3.1. Ziel der Studie	34
4. Material und Methode	36
4.1. Untersuchungsdesign	37
4.2. Auswahl des Untersuchungsgutes	38
4.3. Sichtung der Akten	38
4.4. Datenerhebung	38
4.4.1. Allgemeine Daten	38
4.4.2. Datenerhebung zum Zeitpunkt der Trepanation	39
4.4.3. Datenerhebung zum Zeitpunkt der definitiven Wurzelfüllung	39
4.4.4. Datenerhebung anhand der Röntgenbilder	39
4.4.5. Datenerhebung bei den Folgeuntersuchungen	41
4.5. Definition von Erfolg und Misserfolg	41
4.6. Statistik	43
5. Ergebnisse	44
5.1. Patientengut	44
5.1.1. Geschlechts- und Altersverteilung	44
5.1.2. Verteilung auf die Zahngruppen	45
5.2. Gesamtbeobachtungszeitraum	46
5.2.1. Histogramm des Gesamtbeobachtungszeitraums	46
5.3. Ergebnisse und Überlebenswahrscheinlichkeiten (Kaplan- Meier-Kurven)	47
5.3.1. Überlebensfunktion aller Wurzelfüllungen	48
5.3.2. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Vitalität“ des Zahnes	48
5.3.3. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Symptomatik“ des Zahnes	50
5.3.4. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Ausgangssituation“ des Periapex „PRI“	52
5.3.5. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Länge“ der Wurzelfüllung	55

5.3.6. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Kondensation“ der Wurzelfüllung	57
5.3.7. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Revision“ der Wurzelfüllung	58
5.3.8. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Behandler“	60
5.3.8.1. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Spezialisierung“ des Behandlers	62
5.3.8.1.1. Direkte Einflussparameter	65
5.3.8.1.2. Indirekte Einflussparameter	67
5.3.9. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Ledermix [®] “ als medikamentöse Einlage	70
6. Diskussion	72
6.1. Material und Methode	72
6.1.1. Untersuchungsgut	72
6.1.2. Datenerhebung	73
6.1.3. Wahl der kleinsten Untersuchungseinheit	75
6.1.4. Definition von Erfolg und Misserfolg	76
6.1.5. Statistik	78
6.2. Ergebnisse	80
6.2.1. Die Überlebensfunktion aller Wurzelfüllungen	80
6.2.2. Faktor „Vitalität“ des Zahnes	81
6.2.3. Faktor „Symptomatik“ des Zahnes	82
6.2.4. Faktor „Ausgangssituation“ des Periapex „(PRI)“	84
6.2.5. Faktor „Länge“ der Wurzelfüllung	86
6.2.6. Faktor „Kondensation“ der Wurzelfüllung	87
6.2.7. Faktor „Revision“ der Wurzelfüllung	88
6.2.8. Faktor „Behandler“	90
6.2.8.1. Faktor „Spezialisierung“ des Behandlers	95
6.2.9. Faktor „Ledermix [®] “ als medikamentöse Einlage	96
6.3. Klinische Relevanz	97
7. Zusammenfassung	99
7.1. Kurzfassung	99

7.1.1. Problemstellung und Zielsetzung der Studie	99
7.1.2. Material und Methode	99
7.1.3. Ergebnisse	101
7.1.4. Diskussion und klinische Relevanz	102
7.2. Fazit	103
7.3. Abstract	104
8. Literaturverzeichnis	105
9. Danksagung	125
10. Tabellarischer Lebenslauf	126
11. Verzeichnis der akademischen Lehrer	127
12. Anhang	128
13. Ehrenwörtliche Erklärung	130

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
Abw.	Abweichung
bzw.	beziehungsweise
ca.	Circa
CHX	Chlorhexidin
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
FF	Finalfeile
h	Stunde
IAF	initiale apikale Feile
ISO	International Organization for Standardization
K-Feile	Kerr-Feile
KZBV	Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung
kum.	kumulativ
LG	Lockerungsgrad
LM	Ledermix [®]
MAF	apikale Masterfeile
mm	Millimeter
NaOCl	Natriumhypochlorit
OK	Oberkiefer
PA	parodontal
Pat.	Patient
PRI	Periodontal Rating Index
Sf	Standardfehler
Spez.	Spezialist
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
Std.	Standard
TT	Taschentiefe
ÜLW	Überlebenswahrscheinlichkeit
u.	und
UK	Unterkiefer

WF	Wurzelfüllung
WSR	Wurzelspitzenresektion
z.B.	zum Beispiel
Z.n.	Zustand nach
ZMK	Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

1. Einleitung und Problemstellung

Die Wurzelkanalbehandlung ist eine zahnerhaltende, medizinische Behandlungsmethode, die bei einer irreversiblen Schädigung der Pulpa angewendet wird. Dabei wird grundsätzlich zwischen konventionellen und chirurgisch-endodontischen Verfahren unterschieden. Die konventionelle Wurzelkanalbehandlung ist schon seit über 100 Jahren bekannt und wurde bereits in den 20er Jahren in der Literatur beschrieben [Lewsey et al. 2001]. Eines der heute noch oft zitierten Standardwerke mit dem Titel „*The dependence of the results of pulp therapy on certain factors. An analytic study based on radiographic and clinical follow-up examination*“ wurde von Strindberg verfasst und stammt aus dem Jahr 1956.

Im Laufe der Zeit haben sich sowohl die Behandlungs-, als auch die Prognosemöglichkeiten verbessert, bzw. wurden neue Materialien eingeführt. Seit rund 30 bis 35 Jahren sind auch chirurgisch-endodontische Verfahren - wie z.B. die Wurzelspitzenresektion - oft als Folge einer gescheiterten primären konventionellen Wurzelkanalbehandlung üblich. Viele Studien wurden jedoch nur „in vitro“, d.h. an extrahierten Zähnen im Labor oder nur an tierischen Zähnen durchgeführt, wodurch aber kein Aufschluss über den Langzeiterfolg der Wurzelkanalbehandlung, bzw. über die grundsätzliche Verweildauer der behandelten Zähne im Mund gegeben werden kann.

Der Wunsch der Bevölkerung, die eigenen Zähne möglichst lange zu erhalten, ist in den letzten Jahren zunehmend gestiegen. Während früher vor Allem im Rahmen der Schmerzbehandlung die Extraktion häufig die einzige Therapiemöglichkeit darstellte, ist das Spektrum der zahnerhaltenden Maßnahmen heute doch erheblich größer geworden. Im Rahmen der konservierenden Behandlungen hat besonders die Endodontologie in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen. Dies zeigt sich in erster Linie in einer zunehmenden Inzidenz endodontisch behandelter Zähne bei den verschiedenen Altersgruppen. Statistische Auswertungen der kassen-zahnärztlichen Bundesvereinigung ergeben, dass der Stellenwert von Wurzelkanalbehandlungen in der Zahnmedizin immer größer wird. So stieg in der Zeit von 1970 bis 2002 die Anzahl der Wurzelfüllungen um 54%. Das

entspricht einem stetigen Wachstum von durchschnittlich 1,4% pro Jahr. Im gleichen Zeitraum sank die Anzahl der Zahnextraktionen um 52%, was einer durchschnittlichen jährlichen Verringerung um 2,3% entspricht. Dieser offensichtliche Trend zum Erhalt der Zähne erfordert beste Ergebnisse bei der Therapie von Pulpaerkrankungen [KZBV 2003].

Langfristig erfolgreiche Behandlungen können nur erzielt werden, wenn die praktischen und theoretischen Fertigkeiten vom Behandler beherrscht werden. Einer zunehmenden Nachfrage nach bestimmten Therapieformen steht deswegen immer der Bedarf einer suffizienten Ausbildung in diesem Bereich gegenüber. Aus diesem Grund gehört die Vermittlung der endodontischen Behandlungsmethoden zum festen Bestandteil des klinischen Abschnittes der studentischen Ausbildung [Schmeißer 2001].

Dabei muss zwischen den verschiedenen zur Verfügung stehenden Methoden und Materialien ausgewählt werden. Ziel ist es, eine Kombination aus Materialien und Behandlungsmöglichkeiten zu finden, die vor Allem von Ungeübten schnell und zuverlässig zu erlernen und zu handhaben ist. Dabei muss von Seiten der Lehrenden bedacht werden, dass die Endodontie zu den komplexen Bereichen der Zahnheilkunde gehört, welche häufig schwieriger zu vermitteln und zu erlernen sind. Ob eine Methode erfolgreich erlernt und durchgeführt wurde, lässt sich rückblickend durch Analyse von Qualität und erzielten Erfolgen feststellen. Regelmäßige qualitätssichernde Kontrollen sind also notwendig, um Aussagen über die Behandlungserfolge machen zu können. Der Vergleich mit anderen Veröffentlichungen erlaubt zudem in gewissen Grenzen die Einordnung der erzielten Ergebnisse [Schmeißer 2001].



Von einem Spezialisten gefüllte Wurzelkanäle mit teilweise komplizierter Wurzelgeometrie

2. Literaturübersicht

2.1. Wurzelkanalbehandlung

Wenn die Zahnhartsubstanz traumatisch oder durch einen Reiz, wie z.B. durch Karies so sehr geschädigt wird, dass die Pulpa betroffen ist, kann eine Wurzelkanalbehandlung als Therapie zum Einsatz kommen. Solche Schäden können besonders wenn sie durch eine tiefe Karies entstehen, sehr schmerzhaft Entzündungen verursachen, die bei weiterem Fortschreiten eine Entzündung des umliegenden Knochens nach sich ziehen. Da die Blutgefäße des Zahnes durch die Entzündung funktionsuntüchtig werden, können die körpereigenen Abwehrkräfte in der Pulpa nicht mehr ihren Aufgaben nachkommen. In der Folge kommt es zu einer Vermehrung der Bakterien und schließlich zu einem zunächst schleichenden Abbau des Kieferknochens in der apikalen Region. Obwohl diese Zähne oft längere Zeit schmerzfrei sind, treten irgendwann starke Beschwerden auf, die meistens durch eine Wurzelkanalbehandlung beseitigt werden können. Die Wurzelkanalbehandlung als eine konservierende Maßnahme für den Erhalt der bleibenden Zähne nimmt daher an Bedeutung zu.

Die Wurzelkanalbehandlung umfasst die Aufbereitung, Desinfektion und Füllung des Wurzelkanalsystems. Sie ermöglicht es dem Zahn noch mehrere Jahre erhalten zu bleiben. Es ist selbstverständlich von Interesse, wie man die Qualität einer Behandlung absichern kann und welche Faktoren dabei eine Rolle spielen. Anhand von klinischen Studien wird derzeit versucht, den Einfluss verschiedener Parameter zu bestimmen und das Behandlungsergebnis in dieser Hinsicht zu optimieren.

2.2. Ablauf einer Wurzelkanalbehandlung

2.2.1. Aufbereitung eines Wurzelkanals

Die Wurzelkanalaufbereitung verfolgt das Ziel, das Kanalsystem innerhalb aller Abschnitte von Pulpageweberesten, Bakterien und nekrotischen Gewebeteilen, sowie weiteren antigenen und entzündungsauslösenden Substanzen zu säubern und dem Kanal eine Form zu verleihen, die eine Füllung des gesamten Kanals mit einem biologisch inerten Material erlaubt. Erfolg und Misserfolg in der Endodontie hängen auch von einem bakteriendichten Verschluss des Wurzelkanalsystems ab. Werden die Prinzipien der Wurzelkanalbehandlung befolgt, kann eine Wurzelkanalfüllung das Endodont versiegeln und den betroffenen Zahn über Jahre hinweg als vollständig funktionsfähige Kaueinheit erhalten.

Vorraussetzung für die Durchführung einer Wurzelkanalbehandlung ist das vorherige vollständige Entfernen der kariösen Läsion aus dem Zahnhartgewebe. Anschließend wird eine Zugangskavität angelegt und das Pulpakammerdach zur Darstellung des Wurzelkanals abgetragen. Dies soll möglichst unter Schonung der gesunden Zahnhartsubstanz erfolgen [Peters 1992], was aber durch eine ausgedehnte Karies oftmals nicht möglich ist. Nach Darstellung und Sondierung des Wurzelkanals erfolgt die röntgenologische oder elektrometrische Bestimmung der Arbeitslänge des aufzubereitenden Kanals, wobei die Länge der Aufbereitung 0,5 – 1mm vor dem röntgenologischen Apex enden soll [Voss 1993]. Oberstes Ziel der Wurzelkanalaufbereitung ist die Desinfektion und Reinigung des Wurzelkanals und die Schaffung einer Form zur Aufnahme einer randständigen und damit dichten Wurzelfüllung. Bei der Wurzelkanalaufbereitung wird mit bohrenden und schabenden Instrumenten aus hochlegiertem Stahl oder flexiblen Nickel-Titan-Legierungen die Keimzahl im Kanal durch zirkulären Substanzabtrag des Kanaldentins mechanisch reduziert. Da aber Bakterien bei alleiniger mechanischer Aufbereitung nicht vollständig aus den infizierten Dentinkanälchen entfernt werden können, muss der Wurzelkanal während der Behandlung zusätzlich mit chemischen und

medikamentösen Spülflüssigkeiten desinfiziert werden [Byström und Sundquist 1987]. Zudem ist mit mechanischen Instrumenten ein vollständiger Abtransport von abgelöstem Dentin durch Aufbereitung aus dem Kanal nicht möglich. Deshalb kann ein komplettes Auflösen und Herausspülen von Dentinspänen und Geweberesten nur durch Einsatz von desinfizierenden Spüllösungen ermöglicht werden [Barnett et al. 1985, Hülsmann 1997]. Ein hoher Stellenwert bei der Endodontie kommt einer geeigneten Formgebung des Kanallumens für die Wurzelfüllung zu. Sie kann durch eine Vielzahl von geeigneten manuellen sowie maschinellen Aufbereitungstechniken erzielt werden. Hierbei unterscheidet man verschiedene Aufbereitungsarten:

Die standardisierte Aufbereitungstechnik ermöglicht durch den Einsatz von Instrumenten aufsteigender ISO-Größe bei gleich bleibender Arbeitslänge nur eine geringe Konizität des Wurzelkanals. Diese entspricht in etwa der Konizität des zuletzt verwendeten Instruments [Ingle 1961]. Mit dieser Technik aufbereitete Wurzelkanäle eignen sich für eine Wurzelfüllung mit nur einem zentralen Wurzelstift gleicher Konizität, da eine laterale Kondensation und das Einbringen weiterer Guttaperchastifte aufgrund der zu geringen Konizität nahezu unmöglich ist [Hülsmann 2001]. Zur Lösung dieses Problems kann die Step-back-Technik beitragen. Hier wird der Wurzelkanal nach Ermittlung der Arbeitslänge zunächst mit Kerr- und Hedström-Feilen apikal erweitert und anschließend nach koronal konisch ausgeformt. Das erste zur Aufbereitung eingebrachte Instrument wird als Initiale Apikalfeile (IAF) bezeichnet. Ausgehend davon wird der Wurzelkanal anschließend um 3-5 ISO-Größen zirkulär erweitert. Das zuletzt auf voller Arbeitslänge eingebrachte Aufbereitungsinstrument ist die Apikale Masterfeile (MAF). Nun erfolgt die konische Erweiterung des Kanals im eigentlichen Sinn der Step-back-Technik: je nach Weite des Wurzelkanals erfolgen so drei bis fünf Schritte aufsteigender ISO-Größe mit zunehmend verkürzter Arbeitslänge. Während kleine Schritte von 0,5 mm bei geraden Kanälen angebracht sind, werden bei gekrümmten Kanälen Schritte von je 1 mm bevorzugt. Das letzte Instrument wird dann als Finalfeile (FF) bezeichnet. Mit dieser Technik wird im Vergleich zur standardisierten Technik eine größere Konizität des aufbereiteten Wurzelkanals

erreicht und somit eine Wurzelfüllung mit lateraler Kondensationstechnik ermöglicht [Beer und Baumann 1997, Hellwig et al. 1999, Hülsmann 2001].

Bei der koronal-apikalen Aufbereitungsmethode wird zunächst der koronale Anteil des Wurzelkanals erweitert, bevor die endgültige Arbeitslänge festgelegt wird. Erst anschließend wird die Arbeitslänge bestimmt und konisch in apikaler Richtung aufbereitet. So wird bei der Step-down-Technik nach Überprüfung der Durchgängigkeit zuerst der koronale Anteil des Wurzelkanals bis zu einer Tiefe von etwa 16-18 mm mit Hedström-Feilen sowie Gates-Glidden-Bohrern bearbeitet. Erst danach wird die Arbeitslänge bestimmt und analog der Step back-Technik der apikale Wurzelkanalabschnitt aufbereitet [Goerig et al. 1982].

Bei der Double-flared-Technik erfolgt die Aufbereitung des Wurzelkanals von koronal nach apikal mit Kerr-Feilen (K-Feilen) absteigender ISO-Größe. Beginnend mit einem dicken Instrument werden nachfolgend immer kleinere Instrumente jeweils 1 mm tiefer eingebracht, bis die Arbeitslänge erreicht ist. Abschließend erfolgt die endgültige Formgebung des apikalen Anteils mit der Step-Back-Technik [Fava 1983]. Insgesamt eignen sich die koronal-apikalen Methoden für die Aufbereitung stark gekrümmter Wurzelkanäle und haben den Vorteil einer effektiveren apikalen Kontrolle der Wurzelkanalinstrumente. Des Weiteren wird mit dieser Methode die Penetration von Spüllösungen in das Kanallumen erleichtert und das Risiko einer Verschleppung von Keimen in apikaler Richtung verringert. Bei den maschinellen Aufbereitungstechniken mit rotierenden Instrumenten aus äußerst flexiblen Nickel-Titan-Legierungen hat sich bei der Mehrzahl der Systeme die Crown-down-Technik durchgesetzt. Diese Methode vereinigt mehrere Vorteile miteinander: neben einer besseren Spülwirkung verhindert ein frühes Entfernen der bakteriell infizierten nekrotischen Gewebsbereiche ein iatrogenes Verschleppen von Bakterien nach apikal mit auftretender postoperativer Schmerzsymptomatik [Goreva und Petrikas 2004]. Die Veränderung der Arbeitslänge während der Aufbereitung fällt geringer aus und durch die frühe koronale Erweiterung wird von einer weitaus besseren Sensibilität für den apikalen Wurzelkanalabschnitt und einer leichteren Aufbereitung im unteren Drittel berichtet.

2.2.2. Spülung des Wurzelkanals

Durch den Einsatz von unterstützenden Spülflüssigkeiten während der Aufbereitung wird sichergestellt, dass auch Gewebereste, Detritus und Bakterien, die in den Dentinkanälchen, Seitenkanälen der Ramifikation oder anderen unzugänglichen Bereichen zurückgeblieben sind, beseitigt werden. Daher soll die Spüllösung neben einer geringen Toxizität eine bakterizide Wirkung haben, eine Auflösung von vitalem und nekrotischem Gewebe bewirken und einen Gleiteffekt für eingebrachte Instrumente erzielen. Zu diesem Zweck eignet sich der Einsatz verschiedener Mittel, wie z.B. Wasserstoffperoxid (H_2O_2), Ethylendiamintetraacetat (EDTA), Chlorhexidin (CHX) oder Natriumhypochlorid (NaOCl) [Hülsmann 1997].

2.2.3. Wurzelkanalfüllung

Eine biokompatible und vor Allem bakteriendichte Wurzelfüllung schließt die Wurzelkanalbehandlung ab. Dabei soll das zuvor aufbereitete Kanallumen von der Pulpakammer bis zur apikalen Konstriktion komplett mit Wurzelfüllmaterial verschlossen sein, da sonst eine Reinfektion mit eingewanderten Keimen von koronal nicht auszuschließen ist. Positive klinische Erfahrungen der Vergangenheit haben gezeigt, dass sich als das Füllmaterial der Wahl vor Allem Guttaperchastifte in Kombination mit einem Sealer eignen. Diese Materialien sind sehr gewebeverträglich und können für die laterale oder vertikale Kondensationstechnik angewendet werden. [Spångberg 1969, Schmalz 1981, DGZMK 2000, Baumann 2001].

2.3. Qualitätsmerkmale einer Wurzelkanalbehandlung

Die internationale Literatur belegt, dass es einen Zusammenhang zwischen der Qualität der Wurzelkanalfüllung und deren Erfolg gibt. Die Qualität einer

Wurzelfüllung hat großen Einfluss auf den Erfolg derselben [Eriksen et al. 1988]. Als Kriterien für die qualitative Beurteilung der Wurzelfüllungen werden der Abstand zum röntgenologischen Apex und die Homogenität der Wurzelfüllung herangezogen [Schulte et al. 1998].

2.3.1. Korrekte Länge einer Wurzelfüllung

Die Bestimmung der Länge eines Wurzelkanals ist eine wichtige, aber auch bis heute keineswegs sicher durchführbare Maßnahme, die den Erfolg oder Misserfolg einer Wurzelkanalbehandlung ganz wesentlich bestimmt [Guldener et al. 1982, Pecchioni 1982, Voss 1993, Gutmann 1995, Certosimo et al. 1999]. Beer et al. halten die genaue Festlegung der Arbeitslänge für einen der wichtigsten Schritte der endodontischen Behandlung [Beer und Baumann 1997]. Die ideale Wurzelkanalfüllung schließt an der engsten Stelle des Kanals ab, so dass die apikale Konstriktion, das sogenannte physiologische Foramen, als natürliche Barriere genutzt und die Kontaktfläche zwischen Wurzelfüllmaterial und vitalem Gewebe möglichst klein gehalten werden kann [Weine 1996]. Bei der Vitalextirpation wird durch die Bestimmung der korrekten Länge bereits verhindert, dass das durch eine Pulpitis schon vorgeschädigte pulpoparodontale Mischgewebe mechanisch oder chemisch traumatisiert wird. Auch bei der Behandlung der Wurzelkanalangrän vermeidet man es, bei apikalen Prozessen bis zum anatomischen Apex aufzubereiten, um so das apikale Mischgewebe zu schonen. Die Länge der Aufbereitung wird wie bei der Vitalextirpation gewählt, um Überinstrumentierungen zu verhindern, keine Keime in das periapikale Gewebe zu verlagern und einem Überfüllen des Kanals durch Erweitern des Foramens vorzubeugen. Dies entspricht der Forderung von Seltzer et al. [1973] und Wu et al. [2000], dass bei der Instrumentierung des Kanalsystems und der späteren Füllung das periapikale Gewebe nicht tangiert werden sollte. Die Qualität einer Wurzelfüllung wird von den meisten Autoren ähnlich bewertet. Ein Abstand der Wurzelfüllung von 0-2 mm vom radiologischen Apex wird bezüglich der Beurteilung der Länge von

vielen Autoren wie Bergström et al. [1987], Petersson et al. [1989], Eckerbom und Magnusson [1989], Imfeld [1991], Marques et al. [1998], Lupi-Pegurier et al. [2002] und Boltacz-Rzepkowska und Pawlicka [2003] als korrekt bezeichnet. Klinische und histologische Untersuchungen haben gezeigt, dass bei Wurzelfüllungen, die 1 bis 2 mm vor dem anatomischen Apex enden, die Ausheilungschancen nach der endodontischen Behandlung am günstigsten sind. Entsprechend findet man die apikale Konstriktion im anatomischen Präparat meist zwischen 0,1 und 2,7 mm vom Apex entfernt. Der Abstand zwischen dieser Stelle und einem Referenzpunkt im Bereich der Krone wird als Arbeitslänge oder Wurzelkanallänge definiert [Voss 1993, Beer und Baumann 1997].

Da sich die apikale Konstriktion jedoch röntgenologisch nicht darstellen lässt, muss die Festlegung der Aufbereitungslänge rechnerisch über den Abstand zwischen dem röntgenologischen Apex und einem reproduzierbaren, koronalen Referenzpunkt erfolgen. Wu et al. [2000] geben für den Abstand zwischen der apikalen Konstriktion und dem röntgenologischen Apex 0-3 mm an. Hellwig et al. [1995] berichten von durchschnittlich 0,8-1,2 mm Differenz zwischen beiden Punkten.

Guldener et al. [1982] beschreiben die Folgen einer nicht korrekten Arbeitslänge:

1. Wenn die Arbeitslänge größer ist als die Distanz zwischen dem Kronenreferenzpunkt und dem Foramen apicale gilt:

- Das periapikale Gewebe wird durch Wurzelkanalinstrumente traumatisiert und dadurch entsteht eine entzündliche Reaktion.
- Durch die Instrumentierung kommt es zu einer zu starken Erweiterung des Foramen apicale, wodurch ein Überfüllen des Wurzelkanals begünstigt wird.

Ist der Apex von Seitenzähnen im Oberkiefer nur durch apikales Desmodont vom Sinusepithel getrennt, so besteht die Gefahr einer Kieferhöhlenentzündung.

2. Wenn die Arbeitslänge kleiner ist als die Distanz zwischen dem Kronenreferenzpunkt und dem Foramen apicale gilt:

- Der Wurzelkanal wird weder vollständig aufbereitet, noch vollständig gefüllt. Im Kanal verbleibendes nekrotisches oder infiziertes Pulpagewebe kann Anlass zu chronischen oder akuten, periapikalen Läsionen geben.

Der endodontische Erfolg hängt somit maßgeblich von der genauen Einstellung der Wurzelkanalinstrumente ab.

Hülsmann et al. [1991] und Klimek et al. [1995] differenzieren bei der Datenerfassung die Abstände der Wurzelkanalfüllung vom röntgenologischen Apex sogar in kleinere Untereinheiten, um präzisere Aussagen treffen zu können, jedoch ohne relevante Schlussfolgerungen für die Praxis. Sie unterscheiden die Länge der Wurzelfüllung nach *überfüllt*, „0,1 mm“, „1-2 mm“ und „mehr als 2 mm“ Entfernung vom radiologischen Apex.



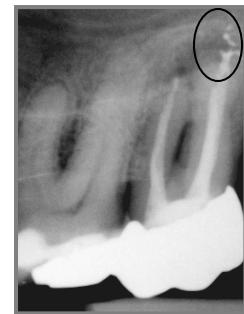
korrekte Länge



zu kurze WF



zu lange WF



überstopfte WF

2.3.2. Homogenität einer Wurzelfüllung

Ein weiteres Kriterium, welches für die Qualität einer Wurzelfüllung entscheidend ist, ist der Grad der Kondensation und damit die Homogenität der Wurzelfüllung [Ingle et al. 1976, Tronstad 1991].

Die Wurzelfüllung stellt den letzten Schritt im Arbeitsablauf der Wurzelkanalbehandlung dar. Zudem stellt - rein optisch wenigstens - eine gut gelungene Wurzelfüllung den Beweis für den Erfolg unserer Bemühungen dar. Von einer Wurzelfüllung wird verlangt, dass sie die endodontischen Räume bakteriendicht abschließt und auf die lebenden Gewebe keinen Dauerreiz ausübt [Pecchioni 1982, Beer und Baumann 1994]. Schilder definiert 1967 das

Ziel einer Wurzelkanalbehandlung in einem „dauerhaften, dreidimensionalen, bakteriendichten und hermetischen Verschluss des aufbereiteten und gereinigten Wurzelkanals zum Schutz des periradikulären Zahnhalteapparates und anatomisch angrenzender Strukturen“. Hierdurch soll es zu einem vollständigen Verschluss kommen, welcher die Penetration von Mikroorganismen und Flüssigkeiten entlang des Wurzelkanals verhindert [Kersten und Moorer 1989, Wu und Wesselink 1993].

Die Qualität von Wurzelfüllungen hinsichtlich Homogenität, Blasenfreiheit, überpresstem Füllmaterial und Vollständigkeit der Füllung über die gesamte Arbeitslänge wird in Studien untersucht und in mehr als 50% der Wurzelkanalbehandlungen als insuffizient eingestuft [Hülsmann et al. 1991 und 1998]. Um den Erfolg einer endodontischen Behandlung garantieren zu können, muss man die gesamte endodontische Kavität, das heißt das Pulpenkavum und die Wurzelkanäle, vollständig und dicht verschließen.

Kersten et al. [1987] geben als Richtlinien für einen gut verschlossenen Kanal eine röntgenologisch zu verfolgende, gleichmäßige Füllung an, die in sich blasenfrei ist und der Kontur des Wurzelkanals überall spaltfrei anliegt. Auch Seitenkanäle, akzessorische Kanäle und offenliegende Dentintubuli müssen verschlossen werden [European Society of Endodontology 1994]. Besonders in ovalen Kanälen treten häufig Schwierigkeiten auf, das gesamte Kanalsystem dreidimensional vollständig zu verschließen.

Ähnlich wie die Länge kann auch die Homogenität einer Wurzelfüllung in vivo nur röntgenologisch beurteilt werden [Kersten et al. 1987, Eckerbom und Magnusson 1997, Weiger et al. 1997]. Mittel der Wahl ist in den meisten Fällen eine Einzelzahnaufnahme. Da in vivo technisch nur Röntgenbilder mit vestibulo-oralem Strahlengang angefertigt werden können, ist somit die Beurteilung der Wurzelfüllung lediglich in zwei Dimensionen möglich. Bereits 1976 berichtete Nguyen, dass Wurzelfüllungen, welche im vestibulo-oralen Strahlengang korrekt gefüllt erscheinen, dieses im mesio-distalen Strahlengang häufig nicht tun [Nguyen 1976]. Kersten et al. [1987] kommen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die vestibulo-orale Röntgenaufnahme nur bedingten Wert für die Qualitätsbeurteilung einer Wurzelfüllung hat und stützen damit die

diesbezügliche, bereits 1983 formulierte Aussage von Beyer-Olsen [Beyer-Olsen 1983].



homogene Wurzelfüllungen



inhomogene Wurzelfüllungen

2.4. Definition von Erfolg und Misserfolg in der Literatur

In der internationalen Literatur wird der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung unterschiedlich definiert. Neben Beschwerdefreiheit und funktioneller Belastbarkeit, ist der röntgenologische Befund nach erfolgter Wurzelkanalbehandlung das wichtigste Kriterium, um von einem Behandlungserfolg oder Misserfolg zu sprechen. Es besteht ein gravierender Unterschied zwischen dem Behandlungserfolg einer Wurzelkanalbehandlung im endodontischen Sinne [Hellwig et al. 1982, Sjögren et al. 1990, Löst et al. 1995] und dem Erfolg einer Therapie im Sinne einer Überlebensstudie [Rocke et al. 1997]. So sprechen viele Autoren von Erfolg, wenn der Zahn klinisch beschwerdefrei ist und röntgenologisch keine apikale Aufhellung aufweist. Andere Autoren akzeptieren eine apikale Aufhellung, solange diese sich direkt um überstopftes Wurzelmaterial herum befindet. Wiederum andere Autoren sprechen bereits von Erfolg, wenn eine Reduzierung der Größe der apikalen Läsion zu verzeichnen ist. Eine Minderheit von Autoren glaubt bereits allein durch den Befund, dass sich eine periapikale Läsion röntgenologisch nicht vergrößert hat, Erfolg zu haben. Aufgrund der Tatsache, dass bei der Untersuchung nicht ausgeheilte apikale Läsionen noch immer Bakterien gefunden wurden, ist es fraglich, ob eine sich nicht verkleinernde apikale Aufhellung als Erfolg zu werten

ist. Einige Studien belegen, dass Läsionen von 2-5 mm bessere Erfolgsraten erzielen, als größere Aufhellungen. Dagegen finden Sjögren et al. diesbezüglich bei ihren Untersuchungen keine signifikanten Unterschiede zwischen kleinen und großen apikalen Läsionen [Sjögren et al. 1990 und 1997].

In Übereinstimmung mit der Literatur und in Anlehnung an die European Society of Endodontology, lassen sich die Therapieerfolge einer Wurzelkanalbehandlung in drei Kategorien einteilen:

Vollständige Heilung

- klinische Symptombefreiheit und
- radiologisch durchgehend verfolgbarer Parodontalspalt normaler Breite (d.h. radiologisch als knöchern beurteilte Regeneration endodontisch bedingter Läsionen und - falls gegeben - Stillstand ehemals progressiver Resorptionen).

Unvollständige Heilung

- klinische Symptombefreiheit und
- radiologisch verifizierbare Verkleinerung der endodontisch bedingten Läsion.

Keine Heilung

- klinische Symptome einer endodontisch bedingten Parodontitis und/oder
- radiologisch nicht nachweisbare Verkleinerung der endodontisch bedingten Läsion, gegebenenfalls auch Neubildung einer periradikulären Läsion und/oder
- radiologisch erfassbar, externe progressive Resorptionen.

Gewöhnlich wird der maximale Zeitraum, in dem röntgenologisch eine vollständige Regeneration knöcherner Läsionen erwartet werden kann, mit 4 bis 5 Jahren angegeben. Im Schrifttum werden mehrheitlich Zähne mit vollständiger Heilung als „Erfolg“ gewertet [DGZMK 2000].

2.5. Prognose endodontisch behandelter Zähne

Die richtige Einschätzung der Prognose wurzelkanalbehandelter Zähne ist hilfreich für die weitere Behandlungsplanung und eine entsprechende Information der Patienten kann helfen, Missverständnisse zu vermeiden. Wurzelkanalbehandlungen können sehr unterschiedliche Prognosen haben. Spätestens wenn ein wurzelkanalbehandelter Zahn als Pfeilerzahn in einer prothetischen Behandlung herangezogen wird, stellt sich die Frage nach der Überlebenschance dieses Zahnes. Diese hängt nach Städtler vom Zustand des Endodonts und Parodonts ab [Städtler 2006]. Die Patienten haben ein Recht darauf zu erfahren, welche Prognose eine bestimmte Behandlung hat.

Löst et al. [1995] finden bei 135 Wurzelkanalbehandlungen, die nach 6-41 Monaten nachkontrolliert werden, dass sich der Erfolg zu 65% vorhersehen lässt. In einer anderen Studie wird festgestellt, dass innerhalb der Beobachtungsdauer von 24,8 Monaten 19% der wurzelkanalbehandelten Zähne extrahiert werden [Tilashalski et al. 2004].

Bereits 1927 berichtet Coolidge über eine Erfolgsrate von 59% [Coolidge 1927]. 1990 untersuchen Sjögren et al. die Langzeiterfolgsrate von Wurzelkanalbehandlungen und stellen nach 8 bis 10 Jahren eine Erfolgsquote zwischen 86% und 91% fest. Bei einer Nachuntersuchung von Friedman et al. [1995] ergibt sich eine Erfolgsquote von 78,3%.

Heute sieht sich der Zahnarzt zunehmend mit der restaurativen Versorgung von wurzelkanalbehandelten Zähnen konfrontiert. Dies kann auch die Statistik der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung [KZBV] belegen: wurden im Jahr 1970 noch 3,2 Millionen endodontische Behandlungen vorgenommen, so hat sich die Anzahl bis 1996 mit 6,5 Millionen Wurzelkanalbehandlungen mehr als verdoppelt [Hellwig et al. 1999].

Die durchschnittliche Überlebensrate eines endodontisch behandelten Zahnes beträgt nach 10 Jahren über 81% [Rocke et al. 1997], wobei eine abschließende restaurative Versorgung des Zahnes ganz erheblich zum Gesamterfolg der Wurzelkanalbehandlung beitragen kann.

2.6. Einfluss verschiedener Faktoren auf den Erfolg oder den Misserfolg einer Wurzelkanalbehandlung

Nach eingehendem Studium verschiedener Publikationen zeigt sich, dass bestimmte Faktoren den Erfolg bzw. die Prognose einer endodontischen Behandlung beeinflussen. In diesem Zusammenhang nennen die Autoren häufig den Zahntyp und den präoperativen Ausgangsbefund.

Nach Ansicht von Lörinczy-Landgraf kommt es für eine erfolgreiche Wurzelkanalbehandlung auf folgende Kardinalfaktoren an:

- genügendes Erweitern bis zum Apex
- Säuberung des Kanalsystems
- transapikales Gewebe nicht traumatisiert

Wenn die Wurzelfüllung vollständig, wanddicht und der Zahn weitgehend reizlos ist, sind folgende Faktoren von sekundärer Bedeutung:

- antiseptische Behandlung
- das Füllmaterial

[Lörinczy-Landgraf 1961].

Ein Wurzelfüllmaterial ist ein Fremdkörper, mit dem sich das apikale Desmodontalgewebe auseinander setzen muss.

Die verschiedenen Labortests zur Ermittlung der Biokompatibilität der Wurzelfüllmaterialien können zwar recht aufschlussreich für ihre positive oder negative Reaktion gegenüber dem apikalen Gewebe sein, doch korrelieren die Laborbefunde durchaus nicht immer mit den klinisch gewonnenen Ergebnissen. Offenbar hängen Erfolg und Misserfolg einer Wurzelkanalbehandlung von einer Reihe schwer zu eruierender Faktoren ab: lokale und allgemeine Auseinandersetzungen des Organismus mit der Wurzelfüllung, Grad der Aufbereitung, sowie ihre traumatische bzw. atraumatische Handhabung, Grad der Reinigung und Desinfektion der Wurzelkanäle, Beschaffenheit und Eigenart des Füllmaterials und seine dauerhafte Wandständigkeit [Sauerwein 1985].

Zu den Erfolgsquoten von Wurzelkanalbehandlungen in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren gibt es unterschiedliche Zahlen. Kerekes und Tronstad untersuchen 1979 die Wahrscheinlichkeit für Erfolg bzw. Misserfolg von

Wurzelkanalbehandlungen bei unterschiedlichen präoperativen Verhältnissen hinsichtlich der Pulpavitalität. Dabei stellen sie fest, dass die Resultate nicht davon beeinflusst werden, ob die Pulpa vital oder nekrotisch ist (92% bzw. 96% Erfolgsquote). Die Ergebnisse sind aber wesentlich schlechter (80% bzw. 84% Erfolgsquote), wenn eine periapikale Radioluzenz vorliegt. Vor Allem die Zahl der als zweifelhaft zu bewertenden Fälle steigt erheblich an. Zu ähnlichen Ergebnissen führen die Untersuchungen von Adenubi und Rule [1976], sowie Jokinen et al. [1978]. Bergenholtz et al. [1979] registrieren bei einer Nachuntersuchung von Wurzelkanalbehandlungen, welche von Studenten und Endodontie- Spezialisten durchgeführt werden in 10 bis 20% der Fälle einen endodontischen Misserfolg. Die Misserfolgsquote steigt bei Vorhandensein von apikalen Radioluzenzen erheblich an. Auerbach [1959] findet bei der Untersuchung von 325 wurzelkanalbehandelten Zähnen in 83% der Fälle radiologisch eine Ausheilung vor. Zu ähnlichen Ergebnissen (78%) kommt auch Castagnola [1950], der ebenfalls eine Analyse der Röntgenbilder als Kriterium heranzieht.

2.6.1. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit von der „Vitalität“ des Zahnes

Bei vorher vitalen Zähnen ist es sehr ungewiss, ob ein im apikalen Teil des Wurzelkanals zurückgelassener Pulpastumpf auf lange Zeit vital bleibt. Tut er es nicht, so ist der Grundstein zum Misserfolg bereits gelegt. Die Festsetzung der Grenze der Aufbereitung bis an den endodontischen Apex führt zu einer möglichst kleinen Wundfläche, da sich in diesem Bereich auch die engste Stelle des Wurzelkanals befindet. Zudem werden die für die Heilung wichtigen Gewebe (Knochen, Zement und Desmodont) nicht geschädigt. Somit sind für die Heilung der Wunde günstige Bedingungen geschaffen, da sich hier gut durchblutetes periapikales Desmodont beziehungsweise Mischgewebe zwischen Pulpa und Desmodont befindet.

Bei Zähnen mit einer nekrotischen Pulpa liegen ganz andere Verhältnisse vor. Das Ziel der Therapie muss hier die Elimination aller Reizfaktoren auf die periapikalen Gewebe sein [Pecchioni 1982].

Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung ist bei Zähnen, die mit einer vitalen Pulpa oder wenigstens einer Restvitalität wurzelbehandelt werden müssen im Vergleich zu solchen, die bereits eine apikale Läsion aufweisen, besser. Man spricht im Allgemeinen von einem Unterschied, der zwischen 89% im einen Fall und 76% im anderen Fall variiert. Andererseits existieren Studien, die bei mehrjährigen klinischen Kontrollen von Gangränfällen eine Erfolgsquote von etwa 90% nachweisen [Pecchioni 1982].

Die Erfolgsrate wurzelkanalbehandelter Zähne von vormals vitalen, bzw. devitalen Zähnen, welche röntgenologisch keine apikale Parodontitis aufweisen, beträgt 90-95%. Die Erfolgsrate sinkt bei devitalen Zähnen mit apikaler Transluzenz um 10-20%. Die Ausdehnung des apikalen Geschehens scheint von großer Bedeutung für die Prognose zu sein [Tronstad et al. 1991].

2.6.2. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit von der „Symptomatik“ des Zahnes

In der Literatur ist die Anzahl der Studien, die den Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein einer Symptomatik vor einer Wurzelkanalbehandlung und dem späteren Erfolg untersucht haben, sehr gering. Viele Studien verfolgen die Intensität postoperativer Beschwerden, die Ursachen dieser Schmerzen und die Möglichkeit einer Linderung durch verschiedene Medikamente. Chugal et al. [2001] behaupten, dass die Prognose einer Wurzelkanalbehandlung hauptsächlich von der Ausgangssituation und dem Schweregrad der Erkrankung beeinflusst wird. Städtler erwähnt 2006, dass präoperative Schwellung und Schmerzen den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung maßgeblich beeinflussen. Er schreibt: *„Ob es nach der initialen Aufbereitung zu Nachbeschwerden kommt, hängt stärker von der Ausgangsprognose ab, als vom Präparat der Zwischeneinlage. Wird mit der definitiven Füllung abgewartet,*

bis der Patient beschwerdefrei ist, hängt es von der Qualität der Wurzelfüllung ab, ob postoperative Schmerzen auftreten“.

Bei den Untersuchungen von Wurzelkanalbehandlungen ergibt sich, dass bei Zähnen mit einer asymptomatischen apikalen Parodontitis und solchen mit Symptomatik bezüglich der Erfolgsrate kein großer Unterschied nachzuweisen ist [Tronstad 1991]. Wenn vor der Wurzelkanalbehandlung bereits eine apikale Parodontitis bzw. Schwellung oder Schmerzen vorhanden waren, können diese auch nach der Wurzelkanalbehandlung anhalten [Glennon et al. 1995, Imura et al. 2007].

Polycarpou et al. versuchen 2005 die potentiellen Risikofaktoren, die nach einer erfolgreich abgeschlossenen Wurzelkanalbehandlung persistierende dento-alveoläre Schmerzen verursachen, zu bestimmen. Die Risikofaktoren sind die Anwesenheit von über mindestens drei Monaten anhaltenden Schmerzen, das weibliche Geschlecht und das Vorhandensein der Problematik chronisch generalisierter Allgemeinsymptome. Obwohl klinisch und radiologisch als erfolgreich beurteilt, führt ein persistierendes Beschwerdebild dazu, dass diese Wurzelkanalbehandlungen für die Patienten als nicht zufrieden stellend gelten. Kerekes und Tronstad [1979], Pekruhn [1986] und Sjögren et al. [1990] berichten, dass Beschwerden während der Behandlung die Ergebnisse nicht beeinflussen.

Eine Studie von Friedman et al. hingegen belegt einen signifikanten Unterschied der Erfolgsrate zwischen Zähnen, die asymptomatisch sind und solchen, die Beschwerden bereiten [Friedman et al. 1995]. Dabei beschreiben sie für asymptomatische Zähne eine 87,3%ige Erfolgsquote, für Zähne mit Beschwerden hingegen nur eine 73,8%ige Erfolgsquote.

2.6.3. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit vom „PRI“

Weitgehende Übereinstimmung besteht unter den Autoren verschiedener Publikationen hinsichtlich der prognostischen Bedeutung des Faktors „Ausgangsbefund“. Diese wichtige Variable wurde von der überwiegenden

Mehrzahl der Studien analysiert. Zähne mit Pulpanekrose, infiziertem Endodont und gleichzeitiger parodontaler Läsion weisen nach Angaben der Forscher deutlich niedrige Erfolgsraten auf, als Zähne ohne assoziierte parodontale Läsionen. Sjögren et al. schreiben die schlechte Prognose den Zähnen zu, die beim Ausgangsbefund eine nekrotische Pulpa mit Beteiligung des periapikalen Gewebes aufweisen [Sjögren et al. 1990]. Dies wird als ein bedeutender Risikofaktor für die Prognose eines wurzelbehandelten Zahnes betrachtet.

In der internationalen Literatur wird das Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein einer periapikalen Läsion und Ossifikation als ein Faktor betrachtet, der den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung signifikant beeinflusst.

Basmadjian et al. publizieren eine systematische Literaturübersichtsarbeit über zehn zwischen 1976 und 1993 publizierten Primärstudien. Bei dieser Untersuchung wird festgestellt, dass eine bestehende periapikale Läsion die Erfolgsrate zwischen 8% und 23% reduziert [Basmadjian-Charles et al. 2002]. Sjögren et al. behaupten, dass eine initiale Infektion die Prognose einer Wurzelkanalbehandlung verschlechtert. Sie berichten bei vitaler oder devitaler Pulpa ohne ein Entzündungsgeschehen an der Wurzel von einer Erfolgsrate von 96%, die bei Vorhandensein einer Osteolyse auf 86% absinkt [Sjögren et al. 1990]. Viele Autoren finden deutliche Unterschiede in der Erfolgsquote in Abhängigkeit vom Vorliegen einer periapikalen Radioluzenz. Dabei werden bessere Ergebnisse erzielt, als wenn keine periapikale Osteolyse vorliegt [Kerekes und Tronstad 1979, Swartz et al. 1983, Pekruhn 1986, Matsumoto et al. 1987, Schmalz 1990].

In Fällen mit apikalen Transluzenzen kann eine gewisse verzögerte Heilung auch nach sechs Monaten festgestellt werden. Aber nach Ablauf von zwei Jahren findet sich sehr häufig eine höhere Anzahl von Fällen, die röntgenologisch als geheilt beurteilt werden dürfen. Bei Zähnen, die zu Beginn der Wurzelkanalbehandlung keine apikale Läsion aufweisen, trifft genau das Gegenteil zu, das heißt, die Anzahl der Misserfolge ist nach zwei Jahren größer als nach sechs Monaten. Daraus lässt sich folgen, dass für Zähne ohne initiale periapikale Transluzenz eine Beobachtungszeit von zwei Jahren als Limit richtig

ist, während bei Zähnen mit periapikalen Läsionen ein Zeitraum von sechs Monaten genügt [Pecchioni 1982].

Viele verschiedene Studien zeigen, dass bei bereits infizierten Wurzelkanälen die Prognose der Wurzelkanalbehandlung um 10-15% absinken würde. Es besteht kein Zweifel daran, dass Kanalinfektionen vor der definitiven Wurzelfüllung eliminiert werden sollten [Trontad 1991].

Der von Reit und Gröndahl [1983] eingeführte *Periodontal Rating Index (PRI)* basiert nicht auf der Unterteilung apikaler Läsionen in verschiedene Größen. Es wird lediglich die Einteilung getroffen, ob eine apikale Osteolyse vorliegt oder nicht. Dabei steht dem Betrachter jeweils die Unterteilung in *sichere Diagnose* bzw. *vermutliche Diagnose* zur Verfügung.



Zahn mit apikaler Osteolyse



Zahn ohne apikale Osteolyse

2.6.4. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit von der „Länge“ und der „Kondensation“

Die technischen Standards wie korrekte Länge und Homogenität der Wurzelfüllung scheinen einen sehr entscheidenden Einfluss auf deren Erfolg zu haben. Die richtige Länge spielt besonders bei vitalen Zähnen eine große Rolle beim Erfolg [Tronstad 1991].

Es gibt verschiedene Gründe, warum das Foramen apicale sogar bei den erfahrensten Behandlern nicht immer erreicht werden kann. Komplizierte Kanalkonfigurationen, frakturierte Instrumente, falsche Längenkalkulationen und ungeeignetes Instrumentarium können die Verursacher sein. Bei Wurzelfüllungen, deren Länge einige Millimeter weniger als das Optimum

beträgt, ist eine gute Prognose zu erwarten. Voraussetzung ist, dass die Pulpa vital war und der Zahn keine apikale Aufhellung aufweist [Weine 1996].

Die schlechteste Prognose schreiben Sjögren et al. [1990] den Zähnen zu, die wegen einer parodontalen Läsion revidiert wurden und deren Wurzel bei der Revision zusätzlich überfüllt wurde. In diesen Fällen wird eine Erfolgsquote von 62% bestimmt. Erstaunlicherweise finden sich hingegen in einer Studie von Peak et al. Erfolgsquoten in Höhe von 93% bei Überstopfung von Zähnen mit einer vorangegangenen parodontalen Läsion. Dem gegenüber beträgt die Erfolgsrate für Zähne ohne periapikale Entzündung 75% [Peak et al. 2001].

Im Kanal verbliebene Mikroorganismen spielen bei der Entstehung, sowie bei der Aufrechterhaltung einer periapikalen Läsion eine bedeutende Rolle. Dies erinnert noch einmal an die sorgfältige Aufbereitung des Kanallumens und setzt voraus, dass vor der Aufbereitung die korrekte Kanallänge anhand elektrometrischer Bestimmung festgelegt wurde. Der Unterschied der Heilungsrate bei Zähnen mit einer Pulpanekrose wird in zwei differenzierten Gruppen als signifikant bewertet: Bei sauberer Aufbereitung auf optimaler Länge bis zur apikalen Konstriktion beträgt die Heilungschance 90%, während diese bei einer nicht der Arbeitslänge entsprechenden Aufbereitung bei 69% liegt. Nach der Aufbereitung ist es wichtig, dass der Wurzelkanal vor einer bakteriellen Wiederbesiedlung optimal gefüllt wird. Die Mehrheit der Autoren sieht in der Qualität (dicht, homogen, wandständig), sowie in der optimalen apikalen Extension von 0 bis 2 mm innerhalb der radiologischen Wurzelspitze einen weiteren entscheidenden Erfolgsparameter [Sjögren et al. 1990, Peak et al. 2001, Hoskinson et al. 2002, Damaschke et al. 2003, Friedman et al. 2003]. Nach Angaben von Sjögren et al. findet man die besten Überlebensraten mit einer Wahrscheinlichkeit von 94% bei Wurzelfüllungen, deren Ende sich 0 bis 2 mm innerhalb des radiologischen Apex befindet. Bei unterfüllten Wurzeln sinken die Erfolgsaussichten signifikant auf 76%. Zu lange und überstopfte Füllungen weisen mit 68% die ungünstigste Prognose auf. Damaschke et al. erklären den negativen prognostischen Effekt einer Wurzelüberfüllung damit, dass dadurch Mikroorganismen in die Gegend der periapikalen Region hinein gepresst werden und in diesem Gewebe eine Entzündung verursachen oder eine

Vorhandene aufrechterhalten. Die schädigende Wirkung von Füllungs-materialien kommt außerdem hinzu.

Kojima et al. untersuchen über 26 zwischen 1956 und 1995 publizierte Studien um zu bestimmen, wie die Arbeitslänge einer Wurzelfüllung die Prognose einer Wurzelkanalbehandlung beeinflusst [Kojima et al. 2004]. Sie stellen die Erfolgsraten wie folgt dar:

- 70,8% (+/- 1,44) bei überfüllten Wurzelkanälen
- 86,5% (+/- 0,88) bei exakt gefüllten Kanälen und
- 85,5% (+/- 0,98) bei unterfüllten Kanälen

Radiologische inhomogene Wurzelfüllungen wirken sich ebenfalls sehr negativ auf die Verweildauer des behandelten Zahnes aus. Dies gilt in besonderem Maße, wenn sich radiologische Aufhellungen im apikalen oder im mittleren Drittel der Wurzelspitze zeigen. Diese Hohlräume gelten laut Sjögren et al. 1990, Peak et al. 2001, Cheung 2002 und Friedman et al. 2003 als „....*potenzielle Brutstätte*....“ für gewebescheidigende Mikroorganismen.

Als Maß für den Kondensationsgrad wird die Homogenität der Wurzelfüllung angenommen. Wie oben bereits erwähnt, lässt sich eine ausreichende Homogenität bislang nur röntgenologisch feststellen [Weiger et al. 1997]. Trotz dieser verhältnismäßig einfachen Methode der Qualitätssicherung findet sich in verschiedenen Untersuchungen der letzten Jahre ein erheblicher Anteil insuffizient kondensierter Wurzelfüllungen [Hülsmann et al. 1991, Klimek et al. 1995, Weiger et al. 1997 und Schulte et al. 1998]. Hülsmann et al. [1991] finden in einer Untersuchung lediglich 19% Wurzelfüllungen, die hinsichtlich ihrer Homogenität mit gut oder akzeptabel bewertet werden. Im Gegensatz dazu berichten Klimek et al. [1995] in einer vergleichenden Untersuchung der Jahre 1983 und 1991 von durchschnittlich 50% homogen kondensierter Wurzelfüllungen. Weiger et al. [1997] geben den Anteil ungenügend kondensierter Wurzelfüllungen (n=144) annähernd doppelt so hoch an, wie den Anteil zufriedenstellend kondensierter (n=71) Füllungen. Auch in der Untersuchung von Schulte et al. [1998] wird ein verhältnismäßig hoher Anteil nicht zufriedenstellend kondensierter Wurzelfüllungen gefunden. So werden von 681 Wurzelfüllungen nur 519 (76,2%) als zufriedenstellend kondensiert

bewertet. Auch für andere Länder werden vergleichsweise niedrige Zahlen homogen kondensierter Wurzelfüllungen angegeben. Buckley und Spångberg [1995] berichten beispielsweise von nur 42% technisch zufriedenstellend gefüllter Wurzelkanäle bei einer amerikanischen Bevölkerungsgruppe.

Deutliche Auswirkungen der Homogenität von Wurzelfüllungen auf den Erfolg derselben belegen einige Studien [Kerekes und Tronstad 1979, Sjögren et al. 1990]. Sjögren et al. [1990] kommen zu dem Ergebnis, dass homogen gefüllte Kanäle mit 67% Erfolgsquote besser abschneiden als inhomogen gefüllte (31% Erfolgsquote). Besonders deutlich wird die Diskrepanz in der Studie von Kerekes und Tronstad [1979]. Sie berichten über eine Erfolgsquote von 93% für homogen gefüllte Wurzelkanäle, jedoch nur über 28% Erfolg bei inhomogen gefüllten Kanälen.

Im Vergleich zu den oben genannten Studien finden Friedman et al. [1995] keinen signifikanten Unterschied zwischen homogen gefüllten und nicht homogen gefüllten Wurzelfüllungen.

2.6.5. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit von einer „Revision“

Die häufigste Ursache endodontischer Misserfolge ist die unvollständige Aufbereitung und Füllung des Wurzelkanals, gefolgt von Wurzelperforationen [Ingle et al. 1976]. Bedeutend weniger Misserfolge sind auf Instrumentenbruch, Wurzelfrakturen oder Verletzung des periapikalen Gewebes durch z.B. Instrumentierung, Medikamente oder Überfüllung mit Wurzelkanalfüllmaterial zurückzuführen. Diese Misserfolge lassen sich in der Regel vermeiden, weil sie iatrogen bedingt sind. Eine häufige Ursache für notwendige Revisionen resultiert auch aus der Unkenntnis der Anatomie des Wurzelkanalsystems.

Endodontische Misserfolge, die als Folge einer fortgeschrittenen Parodontalerkrankung (Kommunikation einer parodontalen und periapikalen Läsion) oder einer Wurzelresorption entstehen, können weitgehend durch eine

genaue diagnostische Beurteilung vor Behandlungsbeginn verhindert werden, indem auf eine endodontische Behandlung von vornherein verzichtet wird.

Sjögren et al. finden 1990 nach einem Beobachtungszeitraum von acht bis zehn Jahren für Revisionen bei Zähnen mit apikaler Ostitis eine Erfolgsquote von 62%. Dies ist im Vergleich zu den Erstbehandlungen ein relativ schlechtes Ergebnis. Van Nieuwenhuysen et al. stellen 1994 eine Erfolgsrate von 91% bei revidierten Wurzelfüllungen fest. Dies beweist wiederum die Tatsache, dass auch im Falle einer Revision der periapikale Zustand einen einflussreichen Faktor darstellt. Löst et al. berichten in ihrer Studie von einem 1½-2 fach höheren Misserfolgsrisiko bei Revisionen im Vergleich zu Initialbehandlungen [Löst et al. 1995].

Bei den Untersuchungen von Bergenholtz et al. [1979] liegt die Erfolgsquote bei einer Gruppe der symptomfreien Zähne bei 94% und ist somit höher als in der Gruppe von Zähnen mit Symptomen. In dieser zweiten Gruppe kommt es in nur 78% der Fälle zu einer Ausheilung. Allen et al. [1986] kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Hier beträgt die Erfolgsquote 72,7%.

In verschiedenen Studien kann gezeigt werden, dass Revisionen von Wurzelfüllungen einen entscheidenden Beitrag zur Verbesserung der klinischen Situation leisten können. Nach Schröder et al. [1981] sollte ihnen daher der Vorzug vor einer chirurgisch- endodontischen Maßnahme gegeben werden.

2.6.6. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit vom „Behandler“

Die Mehrzahl von Wurzelkanalbehandlungen wird in den klinisch-universitären Einrichtungen von Studenten der Zahnmedizin durchgeführt. Es ist anzunehmen, dass Erfahrung, wissenschaftliche Fachkenntnisse und technische Ausstattung den Ablauf und das Ergebnis der Wurzelfüllung beeinflussen. In der Literatur wird auf Studien hingewiesen, die einen Vergleich zwischen verschiedenen Gruppen von Behandlern untersucht haben. Schröder [1977] äußert seinerzeit die Befürchtung, dass die Erfolgsquote der

studentischen Behandlungen im Vergleich zu den Ergebnissen approbierter Zahnärzte niedriger liegen könne. Bereits Grahnen und Hansson [1961] berichten aber bei von Studenten durchgeführten Wurzelfüllungen über eine Erfolgsquote von ca. 82%.

Teo et al. veröffentlichen eine Studie über den Therapieerfolg der von Studenten durchgeführten Wurzelkanalbehandlung [Teo et al. 1986]. Bei dieser Untersuchung beträgt die 7-Jahres-Erfolgsrate 90,6%. Während dieses Ergebnis annähernd vergleichbar mit den allgemeinen Erfolgsquoten ist, kommen Moussa-Badran et al. zu einem gegenteiligen Resultat [Moussa-Badran et al. 2008]. Sie beurteilen die Qualität der von Studenten durchgeführten Wurzelfüllungen als niedrig. Leuenberg untersucht den Erfolg endodontischer Behandlungen, die von Studenten an der Zahnklinik Nord in Berlin vor mehr als zehn Jahren durchgeführt wurden. Als Ergebnis zeigt sich eine Erfolgsrate von 65,2%. Die Problematik, dass eine Wurzelkanalbehandlung trotz suboptimaler Qualität eine lange Erfolgsdauer aufweisen kann, untersucht Peak et al. 1994. Er stellt bei approbierten Zahnärzten eine Erfolgsrate von 85% fest, die mit der von Spezialisten vergleichbar ist. Er beobachtet niedrigqualitative von Zahnärzten durchgeführte Wurzelfüllungen, die aber symptomfrei sind. Trotz der Tatsache, dass die Erfahrung des Behandlers die Erfolgsrate vielleicht nicht ausschlaggebend beeinflusst, ist die höhere Qualität der von Spezialisten erfolgten Wurzelfüllungen nicht wegzudenken. Stoll et al. definieren 2005 den Einfluss vom Behandler auf die Erfolgsaussichten als nicht signifikant. Es kann angenommen werden, dass eine Vielzahl der in der Praxis durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen unter suboptimalen aseptischen Bedingungen erfolgt. Ein Teil der endodontischen Misserfolge ist auf mangelnde Sorgfalt hinsichtlich der Bakterienkontrolle während der Wurzelkanalbehandlung zurückzuführen.

Die Erfolgsquote einer Nachuntersuchung von Wurzelfüllungen, die von drei Endodontisten durchgeführt wurden, ergibt eine 78,3%ige Erfolgsrate [Friedman et al. 1995]. In einer Studie von Löst et al. [1995] werden die endodontischen Behandlungen eines Spezialisten für Endodontie ausgewertet. In diesem Zusammenhang wird von einer Erfolgsquote von 71% berichtet.

2.6.6.1. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit von einer „Spezialisierung“ des Behandlers

Die moderne Endodontie ist keine Versuchsbehandlung mehr. In 92-98% der Fälle (bei Erstbehandlungen) erreicht man damit langfristig Schmerz- und Entzündungsfreiheit und dadurch eine stabile Basis für die Zahnerhaltung. Die Erfolgsquoten der Revision (Zweitbehandlung) liegen heute mit 75-85% viel höher als in der Vergangenheit. Dafür aber erfordert die Wurzelkanalbehandlung ein präzises Arbeiten und die entsprechende technische Ausstattung. Bierenkrant et al. veröffentlichen 2008 die Untersuchungsergebnisse von 6 Spezialisten bei in Privatpraxen durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen. Die Ergebnisse werden als hoch qualitativ bewertet. Sie stellen in 91,7% der Fälle eine optimale Arbeitslänge (2mm vor dem röntgenologischen Apex) und eine Homogenität von mehr als 80% in gesamter Kanallänge fest. Die adäquate Kondensationsrate beträgt 95,6%.

Rocke et al. zeigen für alle Wurzelkanalbehandlungen, die von einem Endodontologen in einer endodontischen Fachabteilung durchgeführt wurden, auch bei schlechten Ausgangsbefunden durchweg höhere, jedoch nicht signifikante Erfolgsraten. 1997 stellen sie bei den Wurzelkanalbehandlungen einer auf Endodontie spezialisierten Zahnarztpraxis nach fünf Jahren eine Überlebensrate von 93,5% und nach zehn Jahren eine Überlebensrate von 81% fest. Auch im Vergleich zu publizierten Daten des Bundesverbands der Betriebskrankenkassen (BKK) ergibt sich bei den Autoren eine deutlich geringere Misserfolgsrate. Die Verlustrate durch Extraktion beträgt in den BKK-Praxen nach drei Jahren 9% [Rocke et al. 1997, Sinha 2004]. Die Autoren vermuten, dass Spezialisierung und ökonomische Bedingungen unter denen gearbeitet wird, eine positive Wirkung auf den Erfolg haben.

Alley et al. untersuchen 2004 in ihrer Studie, ob es fünf Jahre nach der Behandlung Unterschiede in der Überlebenswahrscheinlichkeit endodontisch behandelter Zähne gibt, welche entweder in einer auf Endodontie spezialisierten Praxis oder in einer nicht spezialisierten Praxis wurzelkanalbehandelt worden sind. Als Erfolg definieren sie, dass der Zahn

nach fünf Jahren in situ geblieben ist. Als Ergebnis finden sie heraus, dass die Generalisierten einen Behandlungserfolg von 89,7% erzielen. Dieser Wert beträgt bei den Spezialisten 98,1%. Dem zu Folge war deren Behandlung signifikant erfolgreicher. Cheung vertritt 2002 die Meinung, dass der geringere Erfolg der Generalisten wohl dadurch zustande kommt, dass sie nicht so gut geübt seien wie die Spezialisten.

Ähnliche Ergebnisse verzeichnet die Untersuchung von Lazarski et al. Obwohl der Anteil der schwieriger zu behandelnden Molaren an den behandelten Zähnen in den untersuchten endodontischen Spezialpraxen mit 69,2% deutlich höher war als in Allgemeinzahnarztpraxen (46,8%), sind die kumulierten Erfolgsraten mit jeweils 90,6% identisch [Lazarski et al. 2001]. In den in der Literatur erwähnten Studien erweist sich aber der Einfluss als nicht signifikant.

Figdor geht in einem Geleitwort auf die Problematik von unterschiedlichen Erfolgsraten in allgemeinzahnärztlichen und spezialisierten Praxen im angloamerikanischen Raum ein und gibt zu bedenken, dass eine erhöhte Misserfolgsrate auch ökonomische Auswirkungen hat (Kosten für die fehlgeschlagenen Behandlungen) [Figdor 2002]. Diese Meinung bestätigen Rocke et al. In ihrer Untersuchung werden für alle Wurzelkanalbehandlungen, die von einem Endodontologen in einer Fachabteilung durchgeführt wurden, auch bei schlechten Ausgangsbefunden durchweg höhere Erfolgsraten - wenngleich auch nicht in signifikantem Ausmaß - registriert [Rocke et al. 1997]. Die Verfasser vermuten, dass Spezialisierung und ökonomische Bedingungen, unter denen gearbeitet wird, eine positive Wirkung auf den Erfolg haben. Weitere Evidenz für diese Aussage kann jedoch nicht gefunden werden.

Imura et al. untersuchen die allgemeinen Erfolgsraten bei in einer Privatpraxis von einem Spezialisten durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen. Festgestellt werden höhere Erfolgsquoten bei initialen Wurzelkanalbehandlungen als bei nicht chirurgischen Revisionen. Im Falle einer primären Wurzelkanalbehandlung liegt der Erfolg bei 91,45%, bei revidierten Wurzelfüllungen aber nur bei 85,9% [Imura et al. 2007]. Auch bei dieser Studie wird die Überlebensdauer in Abhängigkeit von unterschiedlichen Faktoren bestimmt.

Dass nicht nur Spezialisten gute Wurzelkanalbehandlungen durchführen, kann eine Studie des britischen National Health Service [Tickle et al. 2008] zeigen: Bei einer Nachuntersuchung von Wurzelfüllungen, die von britischen Allgemeinzahnärzten gelegt worden sind fällt auf, dass die Versagensrate von rund neun Prozent innerhalb eines Fünf-Jahres-Zeitraums weit unter den in der wissenschaftlichen Literatur genannten Zahlen liegt. Da die Versagensrate von optimalen, wie nicht ganz optimalen Wurzelkanalaufbereitungen im Röntgenbild nahezu gleich ist, kann unterstellt werden, dass eine Wurzelkanalbehandlung nicht so techniksensibel ist, wie vielfach angenommen. Die sogenannte „*Washington-Studie*“ begründet einen eventuellen Misserfolg mit der Fallauswahl. Während bei Allgemeinzahnärzten und Studenten die Ursachen für das Scheitern der Therapie in sogenannten „Behandlungsfehlern“ („errors in treatment“) liegen, ist bei Fachzahnärzten eher Fehler in der Fallauswahl („errors in caseselection“) verantwortlich für den Misserfolg [Ingle et al. 1994]. Laut Studie würden die Spezialisten auch extrem schwierige Fälle zu therapieren versuchen und von einer Extraktion, die in diesem Fall von einem Allgemeinzahnarzt in Betracht gezogen werden würde, absehen.

2.6.7. Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit von „Ledermix®“ als medikamentöse Einlage

Die Wurzelkanalaufbereitung reduziert zwar die Keime, kann jedoch keine absolute Keimfreiheit im Wurzelkanal sicherstellen. Deshalb wird bei einer infizierten, nekrotischen Pulpa eine medikamentöse Einlage empfohlen. Die Autoren Rödiger und Hülsmann stellen in einem Übersichtsartikel in der Zeitschrift „*Endodontie*“ Pharmakologie, Wirkung und Grenzen der verschiedenen Substanzen dar [Rödiger und Hülsmann 2005]. Sie teilen diese Substanzen in vier Gruppen auf:

- | | |
|-------------------|-------------------|
| - Kalziumhydroxid | - Chlorhexidin |
| - Chlorphenol | - Kortikosteroide |

Kalziumhydroxid und Kortikosteroide wie z.B. Ledermix® sind beliebte Mittel, die bei einer Wurzelkanalbehandlung als medikamentöse Einlage Anwendung finden.

Nach Rödiger und Hülsmann gilt Kalziumhydroxid nach wie vor als das Mittel der Wahl, insbesondere in Kombination mit einer Natriumhypochlorid-Spülung (NaOCl). Das Hauptaugenmerk der Forschung sollte sich auf die Optimierung der Applikation und der Trägerstoffe und damit der Diffusionseigenschaften und der antimikrobiellen Wirkung richten.

Rödiger und Hülsmann sehen den Vorteil bei Kortikosteroiden in der schnellen Schmerzlinderung durch die Unterdrückung der Entzündungsreaktion. Umstritten ist allerdings, welchen Einfluss Ledermix® auf die periapikale Heilung besitzt und wie groß die antibakterielle Wirkung durch das enthaltene Antibiotikum ist.

Die Ledermix®-Paste ist eine zusammengesetzte Paste aus Kortikosteroiden und Antibiotika. Anderson und Seow beschreiben 1990 den optimalen pH- Wert einer medikamentösen Einlage mit 7,2. Größere und kleinere pH- Werte scheinen Zellnekrosen zu verursachen. Der pH- Wert von Ledermix® liegt mit 8,13 diesem Optimum relativ nah. Dies spricht in dieser Studie für den Einsatz einer Ledermix®- Einlage. Bryson et al. beobachten 2002 bei Ledermix® als medikamentöse Einlage bei von Hunden extrahierten und reimplantierten Zähnen eine größere Heilungsrate und weniger Wurzelresorption als bei Kalziumhydroxid. Diese Meinung vertreten 2002 auch Wong und Sae-Lim. Als vorteilhaft wird Ledermix® auch in einer Studie von Ehrmann et al. 2003 an wurzelkanalbehandelten Zähnen mit einer apikalen Parodontitis beschrieben. In dieser Studie wird die Ausprägung postoperativer Beschwerden in Abhängigkeit von der Art der medikamentösen Einlage bestimmt. Die besten Ergebnisse hat Ledermix®. In diesem Zusammenhang weist eine Medikation mit Kalziumhydroxid im Vergleich zu einem Verzicht darauf keinen signifikanten Unterschied auf. Im Gegensatz zu diesen Untersuchungen kommen Barthel et al. 2000 zu dem Ergebnis, dass Kalziumhydroxid das Mittel der Wahl für die Verhinderung einer korono- apikalen bakteriellen Penetration durch den

Wurzelkanal darstellt. Ob eine Ledermix[®] - Einlage vorhanden war oder nicht, macht keinen signifikanten Unterschied.

Viele Autoren, sowie Abbott et al. [1989] und Taylor et al. [1989] empfehlen eine Kombination von diesen beiden Substanzen und behaupten, dass die besten Ergebnisse bei einem Verhältnis von 50% erzielt werden können.

2.6.8. Recall

Die Compliance der Patienten stellt im Hinblick auf die Kontrolle bei klinischen Nachuntersuchungen ein großes Problem dar, da nur ein moderater Prozentsatz der Patienten zu diesem Termin erscheint [Mühlemann, 1965]. Trotz aller Erfolge kann es in wenigen Fällen längere Zeit nach Abschluss der Behandlung an dem Zahn zu Beschwerden kommen, das heißt trotz erfolgter Behandlung dringen noch Bakterien aus kleinen Seitenkanälchen bis in den Knochen vor und verursachen, bzw. unterhalten dort eine Entzündung. Um dieses frühzeitig zu erkennen, kontrolliert man in regelmäßigen Abständen den Behandlungserfolg durch klinische Untersuchungen und Röntgenaufnahmen. Nach Eriksen et al. [2002] beträgt die Anzahl der epidemiologischen Erhebungen insgesamt wohl nur knapp 1 % in der endodontischen Literatur. Noch geringer ist die Zahl der Erhebungen über Langzeiterfolge der Wurzelkanalbehandlungen nach mehreren Jahren. Für die verschiedenen Nachuntersuchungen ergeben sich Recall-Raten zwischen 27% [Heling und Tamshe 1970] und 85% [Kerekes und Tronstad 1979]. Während ein Teil der Arbeiten mit 30,5% [Sobarzo-Navarro et al. 1988] bzw. 46% [Sjögren et al. 1990] relativ niedrige Recall-Raten ergibt, wird in anderen Studien mit deutlich höheren Recall-Raten von 66% [Barbakow et al. 1981] bis 81,5% [Pekruhn 1986] und 84% [Löst et al. 1995] berichtet.

Sjögren et al. konnten 1990 bei einem Pool von 770 Patienten, die zwischen 1977 und 1979 von Studenten an einer schwedischen Universitätsklinik behandelt wurden, 356 Patienten nach einem Zeitraum von acht bis zehn Jahren nachuntersuchen. Als häufigsten Grund für ein Nichterscheinen der

restlichen Patienten zu der Nachuntersuchung nennen sie zu 38% den Umzug von Patienten. Weitere 32% konnten nicht einbestellt werden, da ihr Wohnort unbekannt war, 12% verstarben innerhalb der Beobachtungszeit, 9% antworteten nicht auf das Anschreiben und 10% waren an einer Nachuntersuchung nicht interessiert. Außer den Gründen wie Wohnortwechsel, Tod oder mangelndem Interesse der Patienten fügen Sjögren et al. [1990], Sobarzo- Navarro et al. [1988] hinzu, dass der häufige Wechsel von Behandlern und Betreuern in den Kliniken oft nur ein gering ausgeprägtes Vertrauensverhältnis zustande kommen lässt. Molen et al. findet 1998 heraus, dass außer bei Militär-Zahnärzten in allen anderen zahnmedizinischen Einrichtungen ein aktives Recall-System stattfindet.

Ross et al. untersuchen 2009 Variablen, die das endodontische Recall beeinflussen. Sie stellen das Patientenalter, das Geschlecht und den Pulpastatus als drei Parameter auf, die die Recall-Rate bei einer nach mindestens sechs-monatigen Nachuntersuchung beeinflussen. Patienten im Alter von 6-40 Jahren nehmen weniger als erwartet an einem Recall-System teil. Im Gegenteil zeigen Patienten im Alter von 41-80 Jahren mehr Interesse am Recall. Mit 52% liegt die Recall-Rate bei Frauen höher als mit 44% bei Männern. Die erste Wurzelkanalbehandlung bei Patienten und die Diagnose einer Pulpanekrose beeinflussen das System positiv, bei einer irreversiblen Pulpitis als Diagnose dagegen negativ. Ob die Ausgangsbeschwerden spontan oder traumatisch bedingt waren spielt keine signifikante Rolle. Auch der Zahntyp kommt als beeinflussender Faktor nicht in Betracht.

In einer Studie von Schmalbruch [2006] wird untersucht, wie sich das Verhalten der Patienten bezüglich der Nachuntersuchungen darstellt und ob Unterschiede in der Wahrnehmung dieser Termine zwischen Männern und Frauen festzustellen sind. Die Daten werden sowohl im ersten als auch im zweiten Recall erhoben. Beim ersten Recall können 50,2% der Zähne nachuntersucht werden. 23,7% der Patienten sind definitiv nicht zu dem Termin erschienen, was rund ein Viertel der Fälle ausmacht. Beim ersten Recall ist geschlechtsspezifisch zu beobachten, dass die wurzelkanalbehandelten Zähne von Frauen eher häufiger bei einem ersten Recall untersucht werden können,

nämlich zu 53,8% und bei Männern nur zu 47,1%. Beim zweiten Recall reduziert sich die Anzahl der untersuchten Patienten mit 23,5% knapp um die Hälfte. Die übrigen Patienten sind entweder nicht zu dem Termin erschienen oder es ist nicht nachzuvollziehen, ob sie angeschrieben worden sind. Beim zweiten Recall ist kein Unterschied bezüglich des Geschlechtes ersichtlich, Frauen erscheinen nur zu 22,4% und Männer ebenfalls nur zu 24,8%.

Der Beobachtungszeitraum wird in der Endodontologie zumeist in Monate oder Jahre eingeteilt, wobei Peterson und Gutmann [2001] als standardisierte Beobachtungspunkte ein Jahr, fünf Jahre, zehn Jahre und 15 Jahre nach Abschluss der Behandlung empfehlen. In der endodontischen Literatur sind bis heute nur wenige Studien über die Erfolgsaussichten von Wurzelkanalbehandlungen nach längeren Beobachtungszeiträumen - speziell nach 10 Jahren - vorgenommen worden. Reit gibt 1987 die Empfehlung, dass endodontisch behandelte Zähne nach einem Jahr nachuntersucht werden sollen. Bei Beschwerdefreiheit können sie von diesem Zeitpunkt an als Erfolge gewertet werden, ohne weiter kontrolliert werden zu müssen. Bestehen jedoch Beschwerden, empfiehlt er eine weitere Kontrolle nach dem dritten Jahr. Strindberg [1956] fordert dagegen schon vor vielen Jahren Nachuntersuchungszeiten über einen Zeitraum von mindestens 4 Jahren. In einer Langzeituntersuchung über 10-17 Jahre berichten Molven und Halse [1988], dass sich eigentlich kein Zeitpunkt evaluieren lässt, von dem an ein Fall als sicher stabil gelten kann. Sie berichten lediglich, dass es mehr Späterfolge als Spätverluste gibt. Bei der Recherche der Studien wird der Fokus auf Langzeitbeobachtungsstudien gelegt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Beobachtungszeiträume verschiedener Studien aufgezeichnet:

Autor	Jahr	Beobachtungszeitraum (Jahre)
<i>Sjögren et al.</i>	1990	8 bis 10 Jahre
<i>Rocke et al.</i>	1997	10 Jahre
<i>Fritz, Kerschbaum</i>	1999	5 und 9 Jahre
<i>Lazarski et al.</i>	2001	3½ Jahre
<i>Damaschke et al.</i>	2003	10 Jahre
<i>Alley et al.</i>	2004	5 Jahre
<i>Tilashalski</i>	2004	5 Jahre
<i>Stoll et al.</i>	2005	10 Jahre

Tab 1: Endodontische Beobachtungszeiträume bei unterschiedlichen Studien

3. Zielsetzung

3.1. Ziel der Studie

Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung kann von verschiedenen Parametern beeinflusst werden. Im Mittelpunkt stehen prä- oder intraoperativ bestimmbare Parameter, die den Ausgang einer Wurzelkanalbehandlung potentiell beeinflussen. In diesem Zusammenhang werden häufig Variablen wie Zahntyp, klinische Symptome, Größe der periapikalen Läsion, Art der medikamentösen Einlage, die Aufbereitungstechnik, die Wandständigkeit und apikale Extension, sowie die Qualifikation des Behandlers angegeben. Auf der Grundlage der verfügbaren Daten kann vermutet werden, dass bei primär infiziertem Endodont die Faktoren Überfüllung und Unterfüllung des Kanals die Prognose ungünstig beeinflussen. Eine abschließende Einschätzung dieser und anderer potentieller Einflussgrößen ist jedoch gegenwärtig nicht möglich. Hierfür ist die Zahl valider klinischer Studien, die den gleichzeitigen Einfluss solcher Faktoren analysieren, bisher zu gering.

In endodontisch ausgerichteten internationalen Zeitschriften wurden laut eines Berichtes der DGZMK bislang mehr als 30 Langzeitstudien zum Ausgang von Wurzelkanalbehandlungen durchgeführt. Im Allgemeinen dienen der Beurteilung des Behandlungsergebnisses die Schmerzanamnese, der klinische Befund und der Vergleich zwischen der unmittelbar nach Wurzelfüllung erstellten und der letzten postoperativ angefertigten Röntgenaufnahme.

In einem Großteil der publizierten Studien wird ein Patientengut analysiert, welches entweder von speziell ausgebildeten Endodontologen oder von beaufsichtigten Studenten behandelt worden ist [Hellwig et al.1982, Sjögren et al.1990, Friedman et al.1995].

Langzeiterfolge für Wurzelkanalbehandlungen werden in der internationalen Literatur mit etwa 70-95% angegeben. Anhand von klinischen Studien wird derzeit versucht, den Einfluss der genannten Parameter zu bestimmen und das Behandlungsergebnis in dieser Hinsicht zu optimieren.

Ziel der vorliegenden Studie ist die retrospektive Untersuchung der Wurzelfüllungen, welche in den Jahren 1998 bis 2001 in vivo in der Abteilung für Zahnerhaltung der Philipps-Universität Marburg erfolgten. Die Untersuchung beinhaltet die Evaluation der Erfolgsrate im Sinne einer Qualitätssicherung. Die folgenden Aussagen sollen als Hypothesen mittels geeigneter statistischer Methoden überprüft werden:

1. Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht von der Vitalität des Zahnes bei der Ausgangssituation ab.
2. Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht vom Vorhandensein einer Schmerzsymptomatik des Zahnes bei der Ausgangssituation ab.
3. Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht von der Ausgangssituation der periapikalen Region ab.
4. Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht von den Qualitätskriterien „Länge“ und „Kondensation“ der Wurzelfüllung ab.
5. Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht davon ab, ob es sich um die Erstversorgung oder eine Revision handelt.
6. Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht von der Erfahrung des Behandlers (Studierende, approbierte Zahnärzte oder Endo-Spezialisten) ab.
7. Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht von der Erfahrung unterschiedlicher Spezialisten ab.
8. Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht vom Einsatz von Ledermix® als medikamentöse Einlage ab.

4. Material und Methode

Es handelt sich um eine retrospektive Studie, bei der die Daten über den Behandlungsablauf und das Behandlungsergebnis aus den Patientenkarten und den vorhandenen Röntgenbildern im Zeitraum 01. Januar 1998 bis 31. Dezember 2001 der Abteilung für Zahnerhaltung in der Zahnklinik der Philipps-Universität Marburg übernommen werden.

Der bleibende Zahn wird als die kleinste Einheit dieser Studie betrachtet. Es wird eine Nachuntersuchung der Wurzelkanalbehandlungen der bleibenden Dentition angestrebt. Im Falle des Vorhandenseins mehrerer Wurzelkanalbehandlungen bei einem Patienten wird jeder Zahn einzeln betrachtet. Wurde eine Wurzelfüllung revidiert und innerhalb des Untersuchungszeitraums erneut eingebracht, wurde die Revision als eigener Fall aufgenommen.

Nach endometrischer oder radiologischer Bestimmung der Kanallängen erfolgte die Aufbereitung der Wurzelkanäle mit Hilfe manueller oder maschineller Instrumente und mit der Step-back Technik. Als Füllmaterial für die Wurzelkanäle dienten Guttapercha-Stifte, die mit Sealer (Seal-Apex[®], Kerr GmbH, D-76185 Karlsruhe) benetzt wurden. Bei der Fülltechnik handelte es sich um die laterale Kondensation. Jede Wurzelkanalbehandlung wurde mit einer Röntgenkontrollaufnahme von dem behandelten Zahn in Form eines Zahnfilms abgeschlossen.

4.1. Untersuchungsdesign

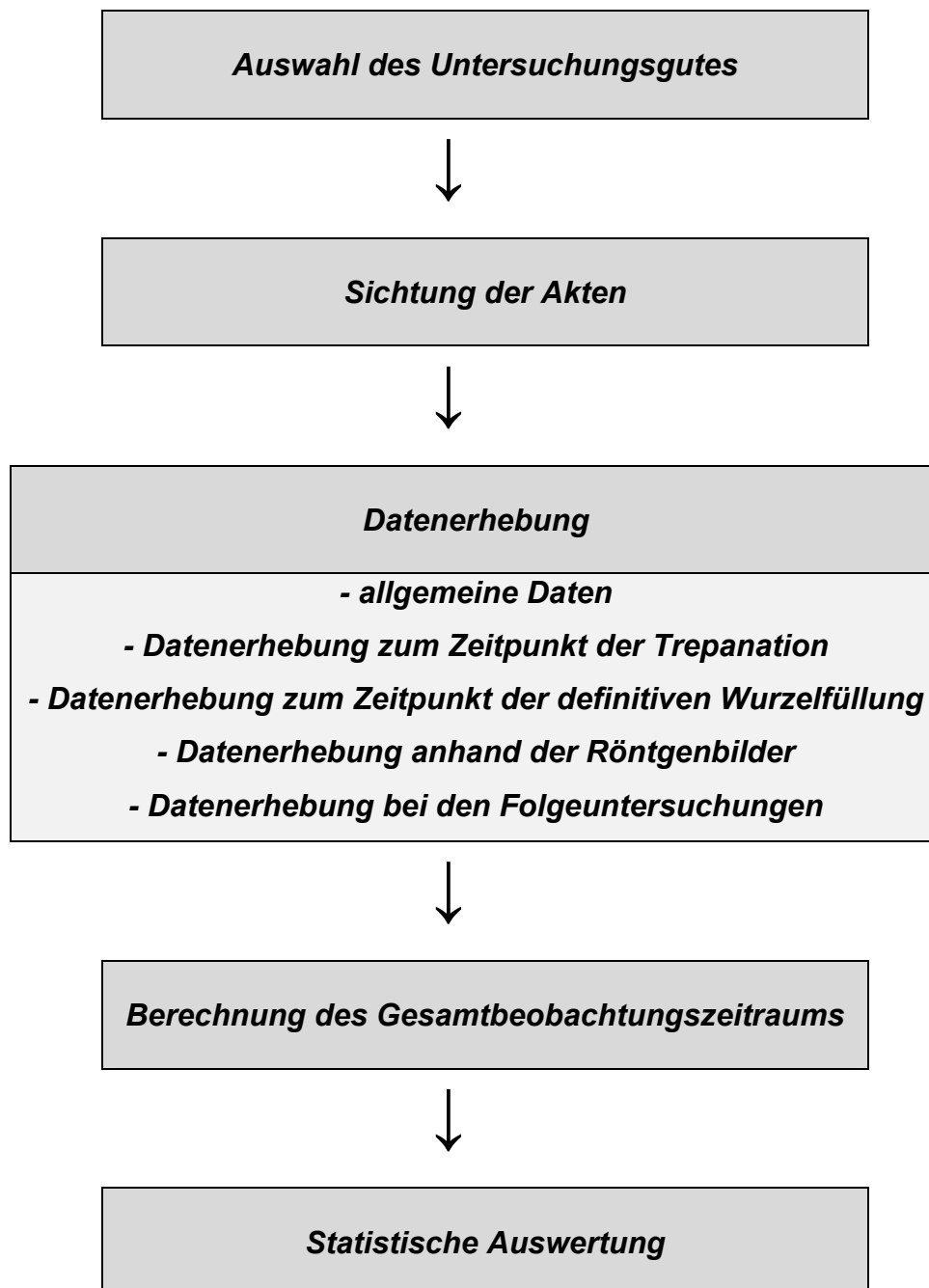


Abb 1: Untersuchungsdesign

4.2. Auswahl des Untersuchungsgutes

Als Untersuchungsgut dienten Patientenakten von den Patienten, bei denen in der Zeit vom 01. Januar 1998 bis zum 31. Dezember 2001 eine Wurzelkanalbehandlung in der Abteilung für Zahnerhaltung an der ZMK der Philipps-Universität Marburg durchgeführt wurde.

Zur Festlegung einer Patientenliste und deren Anzahl wurde das Röntgenbuch der Abteilung studiert. Da nach jeder abgeschlossenen Behandlung ein Zahnfilm im Sinne einer Kontrollaufnahme der Wurzelfüllung angefertigt wurde, war die Anzahl der behandelten Patienten leicht zu ermitteln. Es handelte sich hierbei um 1260 Patienten.

4.3. Sichtung der Akten

Die entsprechenden Patientenakten wurden in Abhängigkeit vom Vorhandensein einer eventuellen Nachbehandlung entweder aus dem Archiv der Abteilung oder der aktuellen Kartei entnommen.

Die Sichtung der Akten erfolgte in einem für die Studie vorgesehenen Raum der Abteilung.

4.4. Datenerhebung

4.4.1. Allgemeine Daten

Folgende Daten wurden bei der Einsicht in die Patientenakte erfasst:

- Name
- Geschlecht
- Geburtsdatum und das Alter bei der Wurzelfüllung
- Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Behandlung
- Alter des Patienten am Tag der Wurzelfüllung

4.4.2. Datenerhebung zum Zeitpunkt der Trepanation

Nachfolgend sind die zum Zeitpunkt der Trepanation festgestellten Daten aufgeführt:

- Der behandelte Zahn und seine zugehörige Zahngruppe
- Das Jahr der Wurzelfüllung
- Der Grund für die Wurzelkanalbehandlung
- Erstversorgung oder Revision
- Vitalität oder Devitalität des Zahnes vor der Behandlung
- Vorhandensein einer Schmerzsymptomatik
- Einsatz von Ledermix® als medikamentöse Einlage
- Das Datum der Trepanation

4.4.3. Datenerhebung zum Zeitpunkt der definitiven Wurzelfüllung

Vom Tag der definitiven Wurzelfüllung ausgehend können rückblickend folgende Daten erhoben werden:

- Der Zeitabstand zwischen der Trepanation und der definitiven Wurzelfüllung. Hierbei ist zu erwähnen, dass dieser nicht bei jedem Patienten bestimmt werden konnte, da z.B. der Tag der Trepanation bei einer Behandlung im Notdienst außerhalb des Klinikums nicht nachvollziehbar war.
- Der Behandler (Studierende, Zahnärzte, Spezialisten). Bei einer Behandlung durch Spezialisten wurde ebenfalls dokumentiert, von welchem der zwei Spezialisten die Wurzelfüllung erfolgte.

4.4.4. Datenerhebung anhand der Röntgenbilder

Anhand der Röntgenbilder war die Bestimmung folgender Daten möglich:

- Die Kondensation der Wurzelfüllung:

Bezeichnung	Kondensation	Bedeutung
1	sehr gut	in sich homogen gefüllter Kanal, keine Randundichtigkeiten
2	gut	relativ homogen gefüllter Kanal, Randundichtigkeiten selten vorhanden
3	befriedigend	inhomogen gefüllter Kanal apikale Verdichtung vorhanden
4	schlecht	inhomogen, keine Randdichtigkeit, keine apikale Verdichtung

Tab 2: Einteilung für das Kriterium „Kondensation“

- Die Länge der Wurzelfüllung:

Bezeichnung	Länge	Bedeutung
1	optimal	0,5-1,5 mm vor dem röntgenologischen Apex
2	zu lang	<0,5 mm oder eine Überstopfung liegt vor
3	zu kurz	>1,5 mm vor dem röntgenologischen Apex

Tab 3: Einteilung für das Kriterium „Länge“

- Der periapikale Zustand des Knochens [PRI nach Reit und Gröndahl 1983]:

Bezeichnung	Bedeutung
1	definitiv keine knöcherne Entzündung
2	wahrscheinlich keine knöcherne Entzündung
3	Knochenentzündung nicht beurteilbar
4	wahrscheinlich knöcherne Entzündung
5	definitiv knöcherne Entzündung

Tab 4: Einteilung für das Kriterium „periapikaler Zustand“ [PRI nach Reit und Gröndahl]

4.4.5. Datenerhebung bei den Folgeuntersuchungen

Folgende Daten wurden mit Hilfe von Folgeuntersuchungen definiert:

- Erfolg oder Misserfolg einer Wurzelkanalbehandlung
- Zeit (wurde als der Zeitabstand zwischen dem Tag der Wurzelfüllung und der letzten Untersuchung in situ in Monaten definiert). Als Orientierung diene der Tag der definitiven Wurzelfüllung oder der Tag, an dem der Zahn extrahiert wurde oder eine Wurzelspitzenresektion bekam.

4.5. Definition von Erfolg und Misserfolg

Die Kriterien für Erfolg und Misserfolg einer Wurzelkanalbehandlung wurden vor Beginn der Studie folgendermaßen festgelegt:

- Als Erfolg im Sinne dieser Überlebensstudie wurden die Wurzelfüllungen gewertet, die sich zum Zeitpunkt der zuletzt vorhandenen Befunderhebung noch in ihrer ursprünglichen Form in situ befanden.
- Als Misserfolg wurde jegliche Intervention an der jeweiligen Wurzelfüllung gewertet.

Kriterium	Bedeutung
Zensus (Erfolg)	der Zahn einschließlich der ursprünglichen Wurzelfüllung aus dem Zeitraum 1998-2001 befindet sich in situ
Event (Misserfolg)	die Wurzelfüllung wurde ganz oder teilweise revidiert, der Zahn wurde extrahiert, hemiseziert oder an einer oder mehreren Wurzelspitzen reseziert

Tab 5: Kriterien für Erfolg und Misserfolg

Die Daten der Folgeuntersuchungen wurden den Patientenakten der Zahnerhaltung und der kieferchirurgischen Poliklinik entnommen. Auf diese Weise konnten sowohl konservierende, als auch chirurgische Interventionen an den wurzelbehandelten Zähnen erfasst werden.

Im Falle eines Erfolges wurde das aktuellste Datum, an welchem die Wurzelfüllung als eindeutiger Erfolg definierbar gewesen ist, notiert. Im Falle eines Misserfolgs wurde das Datum erfasst, an welchem die Wurzelfüllung revidiert, bzw. der Zahn extrahiert, hemiseziert oder wurzelspitzenreseziert worden ist.

Wurde eine Wurzelfüllung revidiert und noch innerhalb des Untersuchungszeitraumes erneut eingebracht, wurde die Revision als eigener Fall aufgenommen.

4.6. Statistik

Die erhobenen Daten wurden zunächst auf einem Protokollblatt (s. Anhang) notiert und anhand von Tabellen und dazugehörigen Diagrammen in das SPSS-Programm 15.0 übertragen. Die kumulativen Überlebensfunktionen wurden als Kaplan-Meier-Kurven dargestellt und mit Hilfe einer statistischen Methode [Kaplan & Meier 1958] ausgewertet. Für Gruppenvergleiche wurde der Log-Rank-Test angewendet. Als Signifikanzniveau wird $p=0.05$ festgelegt.

5. Ergebnisse

5.1. Patientengut

Bei dieser Studie wurden alle Patienten nachuntersucht, bei denen im Zeitraum vom 01.01.1998 bis 31.12.2001 in der Abteilung für Zahnerhaltung der Philipps-Universität Marburg eine endodontische Behandlung durchgeführt wurde.

Als Gesamtheit liegen den Berechnungen $n=1260$ (100%) wurzelgefüllte Zähne zu Grunde. Dabei stammen 319 aus dem Jahr 1998, 252 aus dem Jahr 1999, 326 aus dem Jahr 2000 und 363 aus dem Jahr 2001 (siehe Tabelle 6).

<i>Jahr</i>	<i>Anzahl (Zähne)</i>	<i>Anteil (%)</i>
1998	319	25,3
1999	252	20,0
2000	326	25,9
2001	363	28,8
insgesamt	1260	100

Tab 6: Verteilung der untersuchten Zähne auf die Jahre 1998-2001

5.1.1. Geschlechts - und Altersverteilung

Die Geschlechterverteilung war mit 594 Frauen (47,1%) und 666 Männern (52,9%) ausgeglichen.

Das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Wurzelfüllung lag zwischen 8 und 87 Jahren. Dabei war die Gruppe der 60- bis 69- jährigen mit 243 Patienten am stärksten vertreten. Die Gruppen der 8 bis 19- jährigen sowie die der über 80- jährigen hatten mit jeweils 47 und 14 Patienten die geringsten Anteile am Patientengut. Die Anzahl der restlichen Gruppen ist der Tabelle 8 zu entnehmen.

Geschlecht	Anzahl	Anteil (%)
weiblich	594	47,1
männlich	666	52,9
insgesamt	1260	100

Tab 7: Geschlechtsverteilung der Patienten

Alter (Jahre)	Anzahl	Anteil (%)
8-19	47	3,7
20-29	217	17,2
30-39	232	18,4
40-49	206	16,4
50-59	206	16,4
60-69	243	19,3
70-79	95	7,5
ab 80	14	1,1
insgesamt	1260	100

Tab 8: Altersverteilung der Patienten

5.1.2. Verteilung auf die Zahngruppen

Die Verteilung auf die einzelnen Zahngruppen ergibt sich folgendermaßen:

Zähne	OK (%)	UK (%)	Summe (%)
Inzisivi	13,1	2,7	15,8
Eckzähne	7,6	7,4	15
Prämolaren	18,2	16	34,2
Molaren	16,6	18,4	35
insgesamt	55,5	44,5	100

Tab 9: Verteilung der behandelten Zähne auf die verschiedenen Zahngruppen

Dieser Tabelle ist zu entnehmen, dass mit 55,5% die Anzahl der durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen im Oberkiefer häufiger vertreten ist als bei den Unterkieferzähnen mit 44,5%. Die Zähne, die sich der Mehrheit der erfolgten Wurzelkanalbehandlungen zuordnen lassen sind die Molaren im Unterkiefer und die Prämolaren im Oberkiefer mit jeweils 18,4% und 18,2%.

5.2. Gesamtbeobachtungszeitraum

Der Gesamtbeobachtungszeitraum lag bei $n=1250$ zwischen 0 und 138 Monaten. Der Mittelwert liegt bei 28,52 Monaten. Eine Aufschlüsselung der Nachuntersuchungszeit in jährliche Intervalle zeigt die Abbildung 2.

5.2.1. Histogramm des Gesamtbeobachtungszeitraums

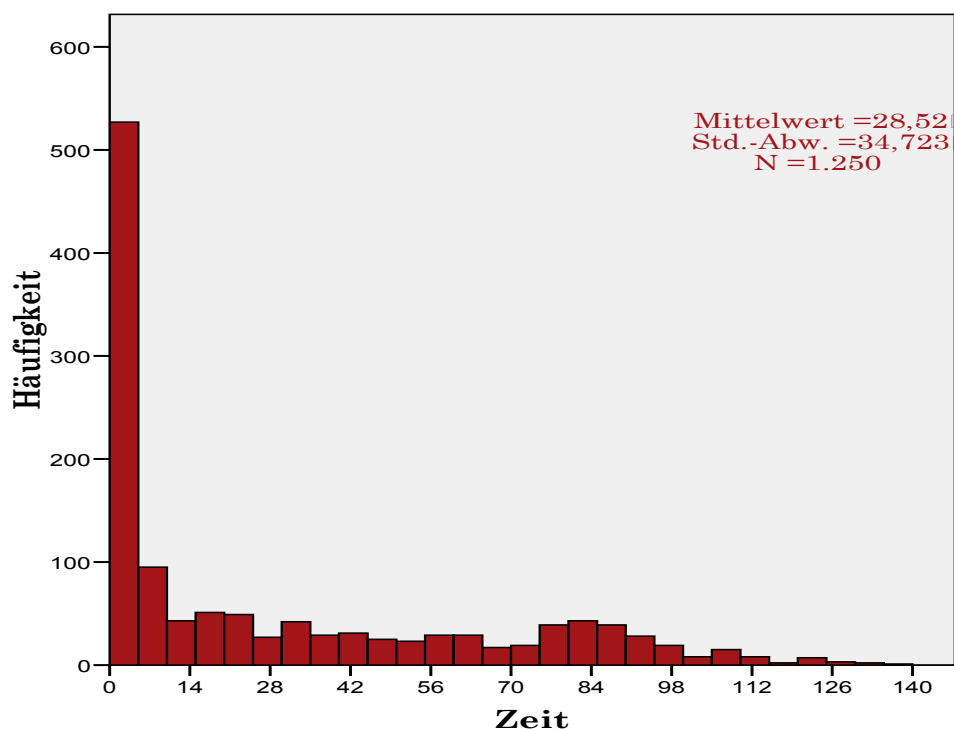


Abb 2: Anzahl der nachuntersuchten Wurzelfüllungen aufgeschlüsselt in jährliche Intervalle

5.3. Ergebnisse und Überlebenswahrscheinlichkeiten (Kaplan-Meier-Kurven)

Für alle beurteilbaren Wurzelfüllungen ($n=1250$) ergibt sich eine mittlere Überlebenszeit von 116 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 112-120 Monaten. Im Untersuchungszeitraum werden insgesamt 108 Verluste verzeichnet. Der letzte Verlust tritt nach 98 Monaten ein. Zu diesem Zeitpunkt beträgt die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,76$. Der Standardfehler beträgt 0,28. Zusätzlich wird die Überlebenswahrscheinlichkeit nach 35 Monaten, sowie nach 75 Monaten berechnet. Nach 35 Monaten ergibt sich eine kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit von $p=0,89$ mit einem Standardfehler von 0,12. Nach 75 Monaten ergibt sich eine kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit von $p=0,81$ mit einem Standardfehler von 0,02.

5.3.1. Überlebensfunktion aller Wurzelfüllungen

Die Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktion für alle untersuchten Wurzelfüllungen (n=1250).

Überlebensfunktionskurve aller Wurzelfüllungen

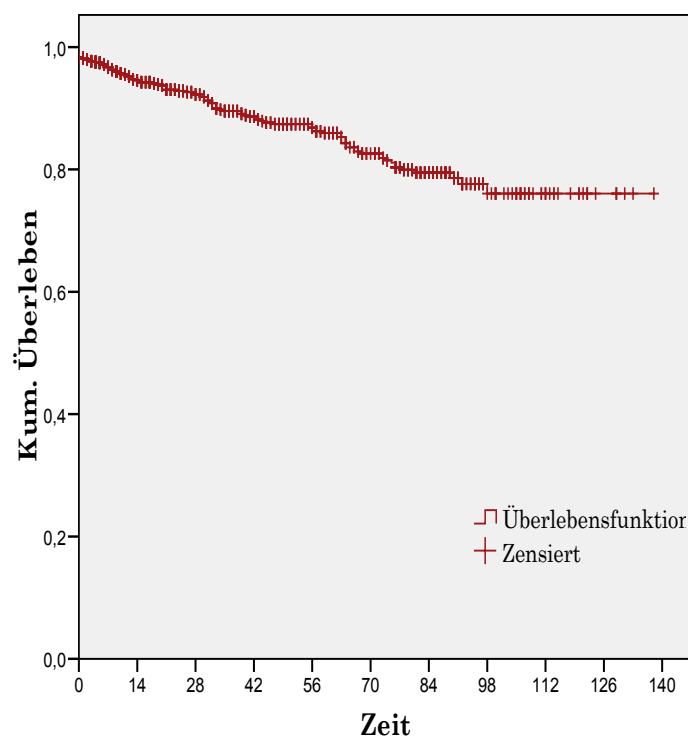


Abb 3: Kumulative Überlebensfunktion aller Wurzelfüllungen (n=1250)
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.2. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Vitalität“ des Zahnes

Mit einem Anteil von 630 (50,0%) bei Trepanation vitaler Zähne und einem Anteil von 531 (42,1%) bei devitalen Zähnen liegt ein annähernd ausgeglichenes Ergebnis vor (siehe Tabelle 10).

Bei der Betrachtung der vitalen Zähne ergibt sich eine mittlere Überlebensdauer von 103 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 98-108 Monaten. In dieser Gruppe treten 59 Verluste auf, der letzte nach 98 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,71$ mit einem Standardfehler von 0,049.

Im Gegensatz dazu ergibt sich für die nicht vitalen Zähne eine mittlere Überlebensdauer von 120 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 115-125 Monaten. Hier treten 40 Verluste auf, der letzte nach 76 Monaten. Zu diesem Zeitpunkt beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,83$ mit einem Standardfehler von 0,027.

<i>Vitalität</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Anteil (%)</i>	<i>kum. ÜLW (bei letztem Verlust)</i>	<i>Sf</i>
<i>vital</i>	630	50,0	0,71	0,049
<i>devital</i>	531	42,1	0,83	0,027
<i>nicht auswertbar</i>	99	7,9	-	-
<i>Insgesamt</i>	<i>1260</i>	<i>100</i>	-	-

Tab 10: Verteilung für den Faktor „Vitalität“ des Zahnes

Im *Log-Rank-Test* wird kein signifikanter Unterschied zwischen vitalen und devitalen Zähnen ermittelt ($p=0,245$).

Die Abbildung 4 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle Wurzelfüllungen (n=1260) in Abhängigkeit vom Faktor „Vitalität“ des Zahnes.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Vitalität“ des Zahnes

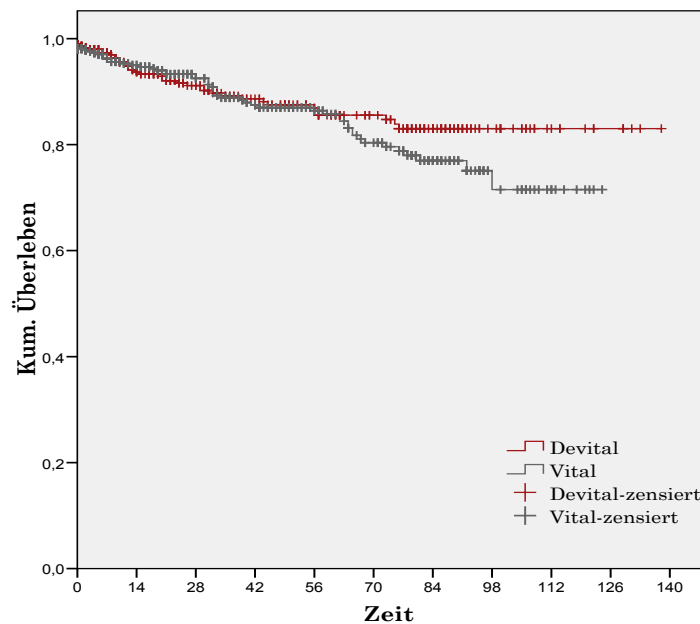


Abb 4: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Vitalität“ des Zahnes
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.3. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Symptomatik“ des Zahnes

Die Anzahl der Zähne, die zu Behandlungsbeginn beschwerdefrei waren, beträgt 716 (56,8%). Dem gegenüber stehen 504 (40%) Zähne, die Beschwerden bereiteten (siehe Tabelle 11).

Die mittlere Überlebensdauer beträgt für die beschwerdefreien Zähne 120 Monate mit einem 95%-Konfidenzintervall von 115-124 Monaten. Es treten 54

Verluste auf, der letzte nach 78 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,82$ mit einem Standardfehler von 0,025.

Die mittlere Überlebensdauer für Zähne, die Beschwerden bereiteten, beträgt 107 Monate mit einem 95%-Konfidenzintervall von 101-112 Monaten. Hier treten 49 Verluste auf, der letzte nach 98 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,70$; der Standardfehler beträgt 0,053.

Schmerz-symptomatik	Anzahl	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Sf
ohne Beschwerden	716	56,8	0,82	0,025
mit Beschwerden	504	40,0	0,70	0,053
nicht auswertbar	40	3,2	-	-
insgesamt	1260	100	-	-

Tab 11: Verteilung für den Faktor „Symptomatik“

Der *Log-Rank-Test* zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen beschwerdefreien Zähnen und solchen, die Beschwerden bereiteten ($p=0,332$).

Die Abbildung 5 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle Wurzelfüllungen (n=1260) in Abhängigkeit vom Faktor „Symptomatik“ des Zahnes.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Symptomatik“ des Zahnes

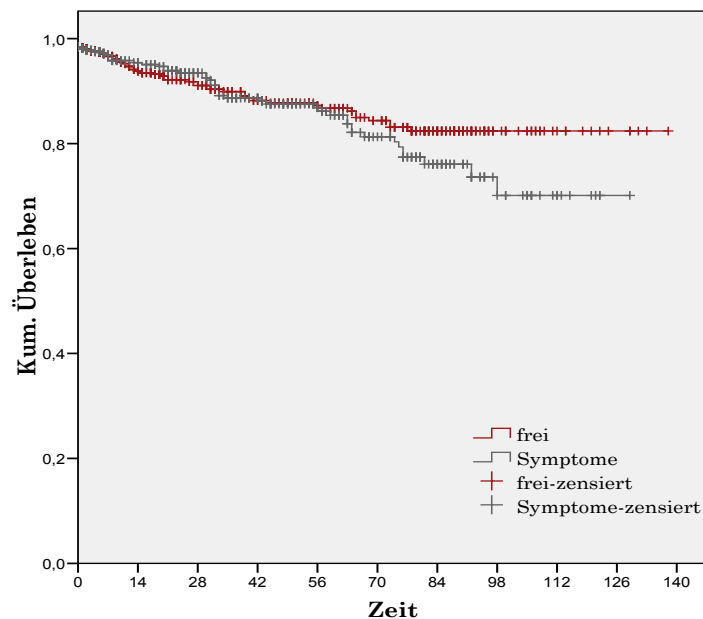


Abb 5: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Schmerzsymptomatik“
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.4. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Ausgangssituation“ des Periapex „PRI“

Bei der Beurteilung der periapikalen Verhältnisse zum Zeitpunkt der Wurzelfüllung weisen 205 (16,3%) der untersuchten Zähne im apikalen Bereich sicher keine knöcherne Beteiligung auf (PRI 1). In 88 Fällen (7,0%) liegt vermutlich keine knöcherne Beteiligung vor (PRI 2). 13 (1,0%) der

nachuntersuchten Zähne können im Bereich des Periapex nicht beurteilt werden (PRI 3). Während in 268 Fällen (21,3%) vermutlich eine knöcherne Beteiligung der apikalen Region vorliegt (PRI 4), stellt sich in 664 Fällen (52,7%) eine knöcherne Beteiligung dieser Bereiche sicher dar (PRI 5). Aufgrund der fehlenden Röntgenaufnahmen beträgt die Anzahl der nicht-beurteilbaren Zähne 22 (1,7%) (siehe Tabelle 12).

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden für den *Log-Rank-Test* Gruppen gebildet. PRI 1 und PRI 2 werden als Gruppe ohne Parodontitis apicalis chronica (n=293) zusammengefasst und PRI 4 und PRI 5 als Gruppe mit Parodontitis apicalis chronica (n=932). Für die Gruppe ohne apikale Parodontitis ergibt sich eine mittlere Überlebensdauer von 120 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 114-126 Monaten. Für diese Gruppe werden 17 Verluste verzeichnet, von denen der letzte nach 81 Monaten eintritt. Zu diesem Zeitpunkt beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,86$ mit einem Standardfehler von 0,037. Für die Gruppe mit apikaler Parodontitis ergibt sich eine mittlere Überlebensdauer von 113 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 109-118 Monaten. In dieser Gruppe treten 89 Verluste auf, der letzte nach 98 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes liegt die Überlebenswahrscheinlichkeit bei $p=0,73$ mit einem Standardfehler von 0,035.

PRI	Anzahl	Anteil(%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Sf
PRI=1	205	16,3	0,85	0,045
PRI=2	88	7,0	0,88	0,062
PRI=3	13	1,0	-	-
PRI=4	268	21,3	0,86	0,035
PRI=5	664	52,7	0,68	0,048
nicht auswertbar	22	1,7	-	-
insgesamt	1260	100	-	-

Tab 12: Verteilung nach „Ausgangssituation“ des Periapex
(„PRI“ nach Reit und Gröndahl 1983)

Im *Log-Rank-Test* wird ein höchstsignifikanter Unterschied zwischen diesen zwei Gruppen festgestellt ($p=0,017$).

Eine Auswertung für die Gruppe PRI 3 erfolgt nicht. Vergleiche mit der Gruppe PRI 3 werden ebenfalls nicht angestrebt.

Die Abbildung 6 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktion aller Wurzelfüllungen ($n=1260$) in Abhängigkeit vom Faktor „Ausgangssituation“ des Periapex.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Ausgangssituation“ des Periapex „PRI“

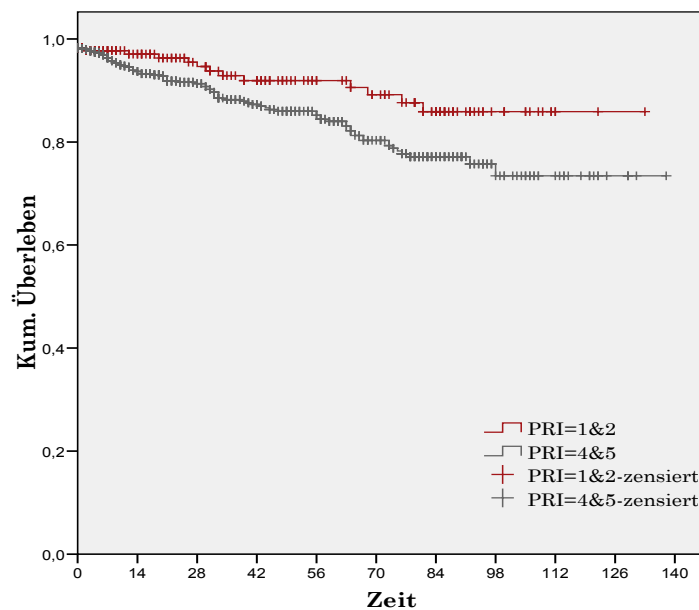


Abb 6: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor
„Ausgangssituation“ des Periapex „PRI“
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.5. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Länge“ der Wurzelfüllung

Die Wurzelfüllungen weisen in 920 Fällen (73%) eine optimale Länge auf. Das bedeutet, dass diese 0,5-1,5 mm vor dem röntgenologischen Apex enden. In 64 Fällen (5,1%) beträgt dieser Abstand weniger als 0,5 mm, oder die Wurzelfüllungen sind zum Teil überstopft. Bei 247 Auswertungen (19,6%) endet die Wurzelfüllung mehr als 1,5 mm vor dem erwünschten Punkt und wird damit als zu kurz eingestuft. In 29 Fällen (2,3%) kann aufgrund der fehlenden Röntgenbilder die Länge der Wurzelfüllungen nicht beurteilt werden (siehe Tabelle 13).

Die folgende Auswertung wird in diese drei Gruppen unterteilt:

Für die zu kurzen Wurzelfüllungen ergibt sich eine mittlere Überlebensdauer von 109,5 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 101-118 Monaten. In dieser Gruppe treten 32 Verluste auf. Nach 76 Monaten, zum Zeitpunkt des letzten Verlustes in dieser Gruppe, beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,71$ mit einem Standardfehler von 0,048. Die Wurzelfüllungen mit optimaler Länge haben eine mittlere Überlebensdauer von 113 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 109-117 Monaten. Es treten in dieser Gruppe 69 Verluste auf, der letzte nach 98 Monaten. Zu diesem Zeitpunkt beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,78$ mit einem Standardfehler von 0,34. Für zu lange und überstopfte Wurzelfüllungen ergibt sich eine mittlere Überlebensdauer von 84 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 71-96 Monaten. In dieser Gruppe treten 5 Verluste auf, der letzte nach 45 Monaten. Zu diesem Zeitpunkt liegt die Überlebenswahrscheinlichkeit bei $p=0,75$, der Standardfehler bei 0,10.

Länge	Anzahl	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Sf
optimal	920	73	0,78	0,34
zu lang	64	5,1	0,75	0,10
zu kurz	247	19,6	0,71	0,048
nicht auswertbar	29	2,3	-	-
insgesamt	1260	100	-	-

Tab 13: Verteilung für den Faktor „Länge“ der Wurzelfüllung

Der *Log-Rank-Test* ergibt für diese drei Gruppen einen nahezu signifikanten Unterschied ($p=0,060$).

Die Abbildung 7 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle Wurzelfüllungen in Abhängigkeit vom Faktor „Länge“.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit von der Länge

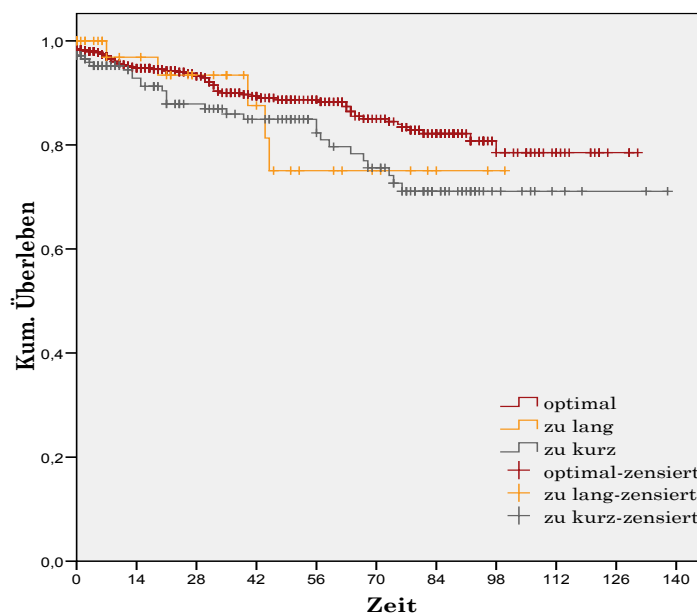


Abb 7: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Länge“
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.6. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Kondensation“ der Wurzelfüllung

Der Anteil optimal und homogen kondensierter Wurzelfüllungen liegt mit 1104 (87,62%) deutlich über dem Anteil der inhomogen kondensierten oder nicht beurteilbaren Wurzelfüllungen. 129 (10,24%) der Wurzelfüllungen zeigen eine schlechte Qualität und sind suboptimal kondensiert. 27 Röntgenbilder (2,1%) fehlen, sodass diese Fälle nicht beurteilt werden können.

Für optimal kondensierte Wurzelfüllungen ergibt sich eine mittlere Überlebensdauer von 117 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 113-121 Monaten. In dieser Gruppe treten 90 Verluste auf. Der letzte Verlust erfolgt nach 98 Monaten. Zu diesem Zeitpunkt beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,77$ mit einem Standardfehler von 0,030.

Für suboptimal kondensierte Wurzelfüllungen ergibt sich eine mittlere Überlebensdauer von 86 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 76-96 Monaten. Hier treten 16 Verluste auf, der letzte nach 78 Monaten. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,70$, der Standardfehler 0,082.

Eine Auswertung für die nicht beurteilbaren Wurzelfüllungen erfolgt nicht.

Kondensation	Anzahl	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Sf
<i>optimal</i>	1104	87,62	0,77	0,030
<i>gut</i>	129	10,24	0,70	0,082
<i>nicht auswertbar</i>	27	2,14	-	-
<i>insgesamt</i>	1260	100	-	-

Tab 14: Verteilung für den Faktor „Kondensation“ der Wurzelfüllung

Der *Log-Rank-Test* ergibt mit $p=0,01$ für diese zwei Gruppen einen höchst signifikanten Unterschied.

Die Abbildung 8 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen aller Wurzelfüllungen (n=1260) in Abhängigkeit vom Faktor „Kondensation“ der Wurzelfüllung.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Kondensation“ der Wurzelfüllung

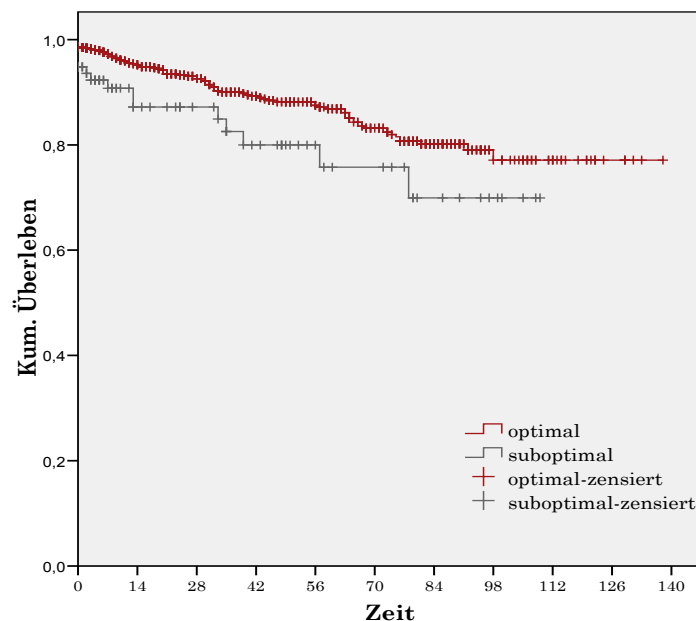


Abb 8: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Kondensation“
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.7. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Revision“ der Wurzelfüllung

Eine Erstversorgung wird in 1121 Fällen (89%) durchgeführt, in 126 Fällen (10%) erfolgt eine Wurzelfüllungsrevision (siehe Tabelle 15).

Für die Gruppe der Erstversorgungen ergibt sich eine mittlere Überlebensdauer von 116 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 112-120 Monaten. Es treten in dieser Gruppe 95 Verluste auf, der letzte nach 98 Monaten. Zum

Zeitpunkt des letzten Verlustes beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,76$, der Standardfehler 0,03.

Für die Gruppe der Revisionen ergibt sich eine mittlere Überlebensdauer von 115 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 106-125 Monaten. Es treten 11 Verluste auf. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes (nach 57 Monaten) ergibt sich eine Überlebenswahrscheinlichkeit von $p=0,83$ mit einem Standardfehler von 0,05.

Art des Eingriffs	Anzahl	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Sf
Erstversorgung	1121	89	0,76	0,03
Revision	126	10	0,83	0,05
nicht auswertbar	13	1	-	-
insgesamt	1260	100	-	-

Tab 15: Verteilung für den Faktor „Revision“ der Wurzelfüllung

Im *Log-Rank-Test* kann kein signifikanter Unterschied zwischen Erstversorgungen und Revisionen festgestellt werden ($p=0,893$).

Die Abbildung 9 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle Wurzelfüllungen (n=1260) in Abhängigkeit vom Faktor „Revision“ der Wurzelfüllung.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Revision“ der Wurzelfüllung

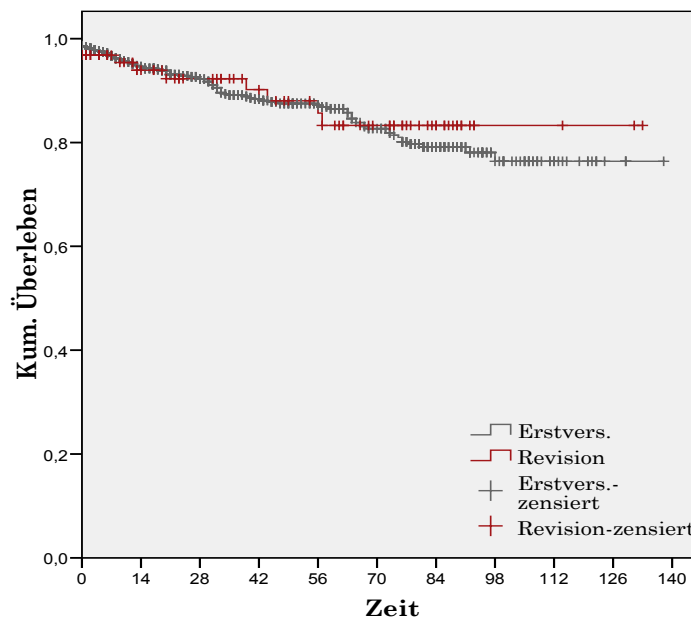


Abb 9: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Revision“
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.8. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Behandler“

Mit 896 wurzelbehandelten Zähnen (71,1%) überwiegt der Anteil studentischer Behandlungen deutlich gegenüber den Zähnen, die jeweils von approbierten Zahnärzten [223 (17,7%)] und Fachspezialisten der Endodontie [141 (11,2%)] behandelt werden (siehe Tabelle 16).

Für die studentischen Behandlungen ergibt sich eine mittlere Überlebensdauer von 112 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 108-117 Monaten. In dieser Gruppe werden 66 Verluste verzeichnet. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes, nach 90 Monaten, ergibt sich eine Überlebenswahrscheinlichkeit als $p=0,79$ mit einem Standardfehler von 0,029.

Wurzelfüllungen, die von den approbierten Zahnärzten der Abteilung für Zahnerhaltung durchgeführt wurden, weisen eine mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit von 119 Monaten auf mit einem 95%-Konfidenzintervall von 111-126 Monaten. Von den 21 Verlusten dieser Gruppe wird der letzte nach 92 Monaten registriert. Zu diesem Zeitpunkt beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,78$ mit einem Standardfehler von 0,054.

Die von Spezialisten durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen weisen eine mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit von 106 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 96-116 Monaten auf. Es treten bei dieser Gruppe insgesamt 21 Verluste auf. Bei dem letzten Verlust, der nach 98 Monaten zustande kommt, beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,65$ mit einem Standardfehler von 0,075.

Behandler	Anzahl	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Sf
Student	896	71,1	0,79	0,029
Zahnarzt	223	17,7	0,78	0,054
Spezialist	141	11,2	0,65	0,075
insgesamt	1260	100	-	-

Tab 16: Verteilung für den Faktor „Behandler“

Der *Log-Rank-Test* zeigt für die verschiedenen Behandler keinen signifikanten Unterschied ($p=0,408$).

Die Abbildung 10 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle Wurzelfüllungen (n=1260) in Abhängigkeit vom Faktor „Behandler“.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Behandler“

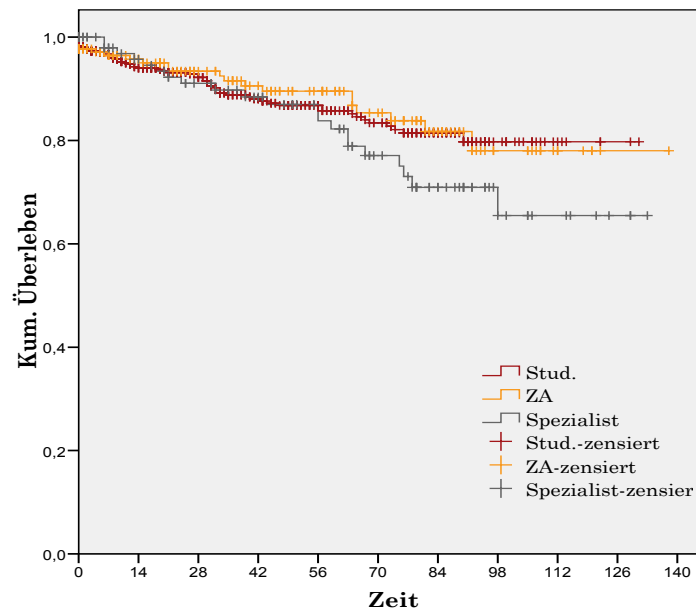


Abb 10: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Behandler“
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

5.3.8.1. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Spezialisierung“ des Behandlers

Die erste Gruppe stellt die vom Spezialisten 1 durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen dar. Hier beträgt die mittlere Überlebensdauer 88 Monate mit einem 95%-Konfidenzintervall von 81-96 Monaten. Der letzte Verlust ist nach 98 Monaten zu beobachten. Zu diesem Zeitpunkt beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit für diese Gruppe $p=0,37$ mit einem Standardfehler von 0,27.

Die mittlere Überlebensdauer bei der zweiten Gruppe der vom Spezialisten 2 durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen liegt bei 103 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 89-116 Monaten. Bei dem nach 76 Monaten auftretenden Verlust beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit dieser Gruppe $p=0,67$ mit einem Standardfehler von 0,073.

Spezialist	Anzahl	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Sf
Spez. 1	60	42,6	0,37	0,27
Spez. 2	81	57,4	0,67	0,073
Insgesamt	141	100	-	-

Tab 17: Verteilung für den Faktor „Spezialist“

Der *Log-Rank-Test* zeigt für die Behandlungen der beiden Spezialisten keinen signifikanten Unterschied ($p=0,425$).

Die Abbildung 11 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle Wurzelfüllungen in Abhängigkeit vom Faktor „Spezialist“.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Spezialisierung“ des Behandlers

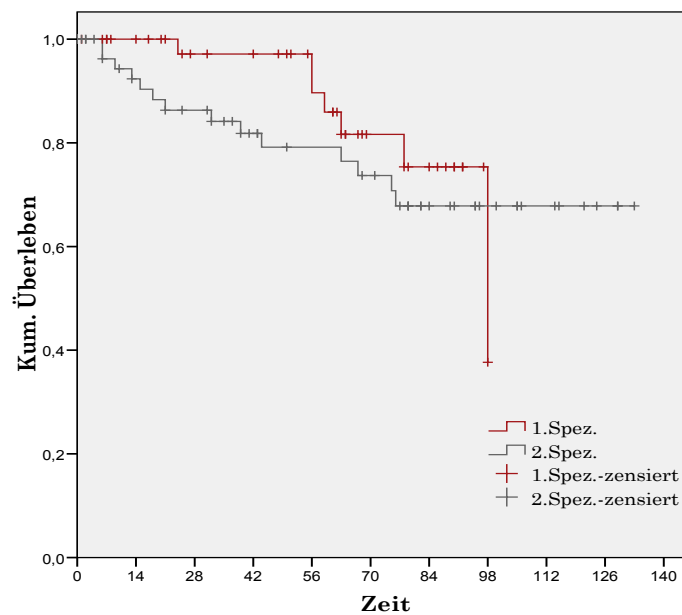


Abb 11: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Spezialisierung“
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

Die Auswertung der Qualität der Wurzelfüllungen und deren Überlebensrate findet bei der Gruppe der beiden Spezialisten in der konservierenden Abteilung gesondert statt. Die Anzahl der durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen beträgt bei dieser Gruppe $n=141$. Das entspricht 11,2% der gesamten Behandlungen.

Die mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit der anderen zwei untersuchten Gruppen liegt aber höher als bei der Gruppe der Fachspezialisten. Anhand dieser Statistikmethode ist feststellbar, dass die Studenten und die approbierten Zahnärzte einen besseren Behandlungserfolg erzielt haben. Diese Tatsache ist

nach Berücksichtigung der längeren und besonderen Ausbildung der Spezialisten und deren Erfahrung und Qualifizierung nicht erwartungsgemäß. Obwohl der *Log-Rank-Test* für die verschiedenen Behandler keinen signifikanten Unterschied ($p=0,408$) zeigt, wird eine Fehleranalyse durchgeführt, um die möglichen Faktoren herauszufinden, die eine höhere Überlebenswahrscheinlichkeit bei den von Spezialisten behandelten Zähnen negativ beeinflussen.

Nachfolgend wird versucht, die Gründe eines Misserfolgs (Revision, Wurzelspitzenresektion oder eine Extraktion in der vorliegenden Studie) tabellarisch darzustellen und diese zu diskutieren. Es werden direkte und indirekte Einflussfaktoren unterschieden. Die verschiedenen Dokumentationen basieren auf den vorhandenen Akteneinträgen des jeweiligen Behandlers in dieser Abteilung.

5.3.8.1.1. Direkte Einflussparameter

Der Zahntyp wird als erster Parameter betrachtet, der einen möglichen Einfluss auf die Behandlung haben kann. Es wird dokumentiert, ob es sich um eine Erstbehandlung oder eine Revision handelt. Ein mögliches Vorhandensein einer Entzündung im apikalen Bereich wird in die Tabelle eingetragen. Außerdem werden die Kanalsituation und die besonderen Kanalverhältnisse untersucht.

Die folgende Tabelle fasst die direkten Einflussparameter zusammen:

<i>Patient</i>	<i>Zahn</i>	<i>Revision/ Erstversorgung</i>	<i>PRI- Grad</i>	<i>Kanalsituation</i>	<i>Kanalverhältnisse</i>
1	47	Erstversorgung	-	-	-
2	37	Revision	5	schwierig	starke Krümmung des mesiobukkalen Kanals
3	34	Erstversorgung	5	-	-

Patient	Zahn	Revision/ Erstversorgung	PRI- Grad	Kanalsituation	Kanalverhältnisse
4	26	Revision	5	schwierig	starke bakterielle Infektion
5	35	Erstversorgung	5	Obliteration	bakterielle Infektion
6	12	Erstversorgung	5	-	-
7	36	Erstversorgung	-	-	Krümmung der mesialen Wurzelkanäle
8	26	Erstversorgung	5	-	-
9	27	Revision	-	schwierig	-
10	45	Erstversorgung	5	-	-
11	37	Revision	5	schwierig	enge u. schwierig instrumentierbare Kanäle
12	16	Revision	5	schwierig	Infrakturlinie im palatinalen Kanal
13	37	Erstversorgung	5	schwierig	apikale Stopps der mesialen Kanäle
14	46	Erstversorgung	-	-	-
15	27	Erstversorgung	-	schwierig	schwierig instrumentierbare Kanäle
16	46	Erstversorgung	-	-	-
17	26	Erstversorgung	5	-	-
18	27	Erstversorgung	-	schwierig, mesiobukkalar Kanal verblockt	extreme Krümmung des mesialen Kanals, insuffiziente Instrumentierung
19	23	Erstversorgung	-	-	-
20	43	Revision	5	schwierig	-
21	37	Erstversorgung	-	schwierig	nur ein Kanal auffindbar

Tab 18: Direkte Einflussparameter

5.3.8.1.2 Indirekte Einflussparameter

In einer zweiten Tabelle wird bei den oben genannten Patienten versucht, die Abhängigkeit des Erfolgs oder Misserfolgs einer Wurzelkanalbehandlung von indirekten Faktoren zu bestimmen. Hier wird festgestellt, ob bei dem Patienten parodontale (PA-) Probleme bekannt sind, welcher Art und Dauer die Zahnbeschwerden sind, wie stark die Karies ausgedehnt ist und aus welchem Grund die Revision, Wurzelspitzenresektion oder eine Extraktion erfolgen. Bestimmte Besonderheiten bei den einzelnen Patienten werden ebenso aufgenommen und mit in Betracht gezogen. Die indirekten Parameter, die den Behandlungserfolg negativ zu beeinflussen scheinen werden berücksichtigt und wie folgt aufgelistet:

- Eine generalisierte Parodontitis oder parodontale Erkrankungen der zu behandelnden Zähne
- Beschwerden mit unterschiedlicher Qualität und variierender Dauer
- Starke Ausdehnung der Karies

Außerdem werden Besonderheiten bei jeder Behandlung und die Auffälligkeiten bei den Patienten bezüglich Zähnen und Kiefer studiert. Diese können zu folgenden Punkten zusammengefasst werden:

- Zähne, bei denen aufgrund einer Parodontalerkrankung des Öfteren eine medikamentöse Spülung der tiefen Zahnfleischtaschen durchgeführt wird
- Insuffiziente Wurzelfüllungen, die wegen der komplizierten Kanalsituation nicht besser erzielbar sind
- Behandlungen, bei denen auf Patientenwunsch auf das Anlegen von Kofferdam verzichtet wird
- Ungünstige Okklusionsverhältnisse, wie zum Beispiel Kreuzbiss oder Kopfbiss
- Eingeschränkte Mundöffnung
- Insuffiziente Suprakonstruktionen

Die folgende Tabelle fasst die indirekten Einflussparameter zusammen:

Pat.	PA- Problematik	Art/ Dauer der Beschwerden	Ausdehnung der Karies	Besonderheiten	Grund Event
1	TT= 11 mm chirurgischer Eingriff vor 2 Jahren	unklare Beschwerden	-	Paro- Endo- Läsion	Zahn parodontal nicht erhaltbar
2	PA- Fall	-	-	häufiges Spülen der tiefen Taschen notwendig	lingualer Fistelgang
3	-	-	-	kein Kofferdam auf Pat.-Wunsch	-
4	-	diffuse Beschwerden	-	-	-
5	TT= 5-6 mm	diffuse Beschwerden	-	aufgrund der Obliteration WF 1 mm zu kurz	-
6	-	-	-	ungünstige Verhältnisse der Okklusion (Kopfbiss)	-
7	-	-	-	relativ lange keine definitive Versorgung	-
8	PA- Fall	-	-	-	-
9	-	-	stark subgingival	Gangrän	-
10	TT= 5 mm LG= II	Zahn wird als verlängert angegeben	-	leichte Überstopfung des palatinalen Kanals mit Sealer	palatinaler Fistelgang
11	-	-	-	Z.n. Trepanation + Abszessinzigion	erneute Revision
12	-	-	-	Kanäle partiell gefüllt	erneute Revision

Pat.	PA- Problematik	Art/ Dauer der Beschwerden	Ausdehnung der Karies	Besonderheiten	Grund Event
13	-	sehr lange schmerzhaft und Perkussion +++	-	mesiale Kanäle leicht insuffizient kondensiert	Revision
14	-	starke Schmerzen	sehr tiefe Karies	-	Revision+ WSR
15	-	Beschwerden bei kalt-heiß	-	eingeschränkte Mundöffnung, schwierige Verhältnisse der Okklusion (Kreuzbiss)	TT= 12 mm, vertikale Wurzel- fraktur
16	-	-	tiefe Karies	-	WSR
17	-	-	-	insuffiziente Supra- konstruktion	Revision
18	PA- Fall TT= 7 mm LG=III	-	-	Wurzelfüllung palatinal leicht überstopft	TT= 9-11 mm
19	-	-	-	-	-
20	-	permanente Schmerzen	-	-	Revision
21	PA- Fall	über eine sehr lange Zeit	tiefe Karies	regelmäßige Kürrettage notwendig	Längs- fraktur durch das Einsetzen eines Stift- aufbaus

Tab 19: Indirekte Einflussparameter

5.3.9. Ergebnisse in Abhängigkeit vom Faktor „Ledermix®“ als medikamentöse Einlage

In 354 Fällen wird Ledermix® als medikamentöse Einlage verwendet. Die Anzahl der medikamentösen Einlagen ohne Ledermix® beträgt dagegen n=876.

Bei der Verwendung von Ledermix® als medikamentöse Einlage beträgt die mittlere Überlebensdauer 108 Monate mit einem 95%-Konfidenzintervall von 102-115 Monaten. Der letzte Verlust tritt nach 98 Monaten auf. Hierbei liegt die Überlebenswahrscheinlichkeit bei $p=0,73$ mit einem Standardfehler von 0,062. Ohne Ledermix® wird eine mittlere Überlebensdauer von 117 Monaten mit einem 95%-Konfidenzintervall von 113-122 Monaten erfasst. Bei der letzten Kontrolle nach 81 Monaten beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,78$ mit einem Standardfehler von 0,025.

Ledermix®	Anzahl	Anteil (%)	kum. ÜLW (bei letztem Verlust)	Sf
mit LM	354	28,1	0,73	0,062
ohne LM	876	69,5	0,78	0,025
fehlend	30	2,4	-	-
insgesamt	1260	100	-	-

Tab 20: Verteilung für den Faktor „Ledermix®“ als medikamentöse Einlage

Anhand des *Log-Rank-Tests* kann zwischen diesen beiden Gruppen mit $p=0,85$ kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Die Abbildung 12 zeigt die Entwicklung der kumulativen Überlebensfunktionen für alle Wurzelfüllungen (n=1260) in Abhängigkeit vom Faktor „Ledermix®“ als medikamentöse Einlage.

Überlebensfunktionskurve in Abhängigkeit vom Faktor „Ledermix®“ als medikamentöse Einlage

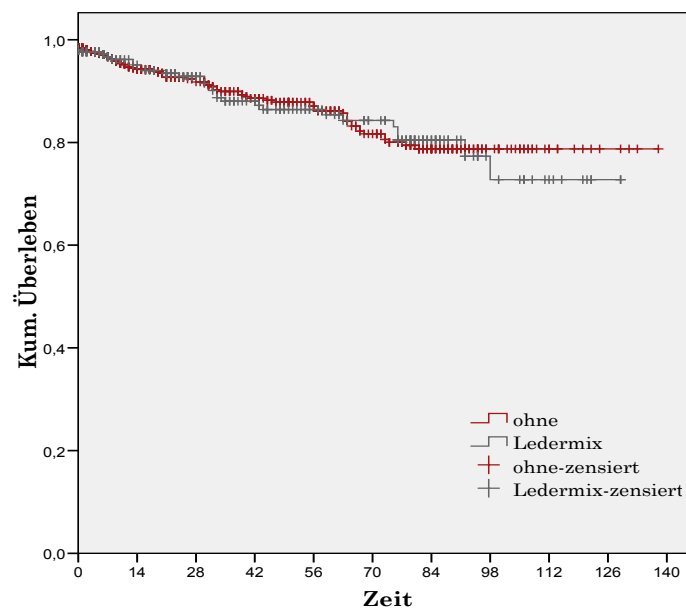


Abb 12: Kumulative Überlebensfunktion in Abhängigkeit vom Faktor „Ledermix®“
(Die senkrechten Striche stellen Zensurpunkte dar)

6. Diskussion

6.1. Material und Methode

6.1.1. Untersuchungsgut

Die vorliegende Studie präsentiert die Fortsetzung einer vorangegangenen Studie, die zur Qualitätssicherung der durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen in der Abteilung für Zahnerhaltung in den Jahren 1990 und 1991 durchgeführt wurde.

Bei dieser Arbeit werden Wurzelkanalbehandlungen untersucht, die vom Januar 1998 bis Dezember 2001 in der Abteilung für Zahnerhaltung zustande gekommen sind. Der Beobachtungszeitraum beträgt hier also vier Jahre. Dies bedeutet, dass die Untersuchungen der Wurzelkanalbehandlungen um zwei Jahre verlängert wurden, was eine größere Anzahl an behandelten Zähnen und eine Erweiterung der Datenbank mit sich bringt.

Das Ziel der Durchführung dieser ähnlichen Studie ist eine interne Qualitätssicherung der Abteilung. Die konservierenden Behandlungen der Abteilung bilden einen Bereich, in dem der größte Teil der Tätigkeiten von Studenten in unterschiedlichen Ausbildungsgraden durchgeführt wird. Weiterhin behandeln aber auch approbierte Zahnärzte und Fachspezialisten, die zusätzlich intensiv bei den Studentenbehandlungen als Betreuer der Studentenkurse mit integriert sind. Es kann also behauptet werden, dass das Ergebnis und die Erfolgswahrscheinlichkeit der von den Studenten behandelten Zähne auch durch die Kompetenz und die Qualität der Betreuung der Aufsichtsperson - sei es ein approbierter Zahnarzt oder ein Fachspezialist der Abteilung - mit beeinflusst wird. Aus diesem Grund ist es sinnvoll und interessant, in regelmäßigen Abständen zur Qualitätssicherung der unterschiedlichen Behandlungsabläufe Studien mit ähnlichen Schwerpunkten durchzuführen.

Der bleibende Zahn wird in der vorliegenden Studie als die kleinste Untersuchungseinheit betrachtet. Ausgeschlossen von der Studie sind Milchzähne. Da Milchzähne physiologisch im Laufe der Zeit verloren gehen, würden diese bei der Bestimmung der Überlebenswahrscheinlichkeiten Probleme bereiten und zu unrealistischen Ergebnissen führen. Außerdem ist das Prinzip der Milchzahn-Endodontie generell ein Anderes. Alle übrigen Zähne sind für die Beurteilung geeignet. Falls bei einem Patienten mehrere Zähne behandelt werden, wird jeder Zahn einzeln betrachtet. Revisionen, die in dem Beobachtungszeitraum der Studie an einem bestimmten Zahn durchgeführt wurden, sind als ein eigener Fall bewertet.

Weitere Ein- bzw. Ausschlusskriterien werden nicht festgelegt, so dass auch Zähne mit komplizierten Wurzelverhältnissen und komplizierter Wurzelanatomie, wie zum Beispiel starken Krümmungen der Wurzeln, Obliterationen oder apikalen Stopps, sowie Weisheitszähnen und Revisionen im Nachuntersuchungsgut enthalten sind. Damit enthält diese Arbeit einen nicht unerheblichen Anteil von Zähnen, die in anderen Studien aufgrund definierter Ausschlusskriterien gar nicht erst mit einbezogen werden [Heling und Tamshe 1970, Barbakow et al. 1981, Löst et al. 1995].

6.1.2. Datenerhebung

Die Datenerhebung bei der vorliegenden retrospektiven Studie erfolgt lediglich anhand der vorhandenen Patientenkarten und des Röntgenbuchs der Abteilung für Zahnerhaltung der Philipps-Universität Marburg. Diese befinden sich je nach Datum der letzten Behandlung bei den aktuellen Akten direkt in der Abteilung oder im Archiv.

Anhand der vorhandenen Röntgenbilder wird bei jedem Patienten die Auswertung bezogen auf den apikalen Zustand des Zahnes, die Länge der Wurzelfüllung und die Qualität der Kondensation durchgeführt. Bei jedem Patienten ist eine Röntgenkontrollaufnahme vorhanden, die nach dem

Abschluss der Wurzelkanalbehandlung gemacht wird. Es handelt sich zum größten Teil um digitale Röntgenbilder.

In der weiteren Auswertung werden keine erneuten Röntgenbilder benötigt. Hier werden im Gegensatz zu einer vorhandenen Studie von Sjögren et al. keine weiteren Differenzierungen bezüglich einer möglicherweise bestehenden parodontalen Läsion untersucht [Sjögren et al. 1990].

Daten wie das *Geschlecht*, das *Geburtsdatum* und das *Alter* des Patienten zum Zeitpunkt der Wurzelfüllung werden lediglich zur Analyse des Patientenkontexts erhoben.

Der *Zahntyp* dient zur Aufschlüsselung der untersuchten Zahngruppen. Außerdem wird dieser Faktor bei einer nachfolgenden Fehleranalyse der von den Spezialisten durchgeführten Behandlungen als Einflussparameter herangezogen.

Zur Bestimmung des *prätherapeutischen Zustands* des zu behandelnden Zahnes werden folgende Daten erhoben:

- Der Vitalitätszustand des Zahnes anhand von Kälteproben
- Die Beschwerdesymptomatik
- Der periapikale Zustand (PRI-Grad)
- Eine Revision oder eine initiale Behandlung

Die Daten *Länge* und *Kondensation* werden anhand der vorliegenden Röntgenbilder erhoben und sind für die Beurteilung der Gesamtqualität einer Wurzelkanalbehandlung von Bedeutung.

Bestimmte Parameter wie das Füllmaterial, die Aufbereitungstechnik und die medikamentöse Spülung während der Kanalaufbereitung werden in der vorliegenden Studie nicht gesondert untersucht. Da diese Daten während des gesamten Untersuchungszeitraums einheitlich und gleichbleibend sind, findet keine weitere Auswertung diesbezüglich statt.

Im Rahmen der Studie werden zwei unterschiedliche Materialien als *medikamentöse Einlage* für die Wurzelkanalbehandlungen verwendet. Dies wird ebenfalls in der Studie berücksichtigt.

6.1.3. Wahl der kleinsten Untersuchungseinheit

In der vorliegenden Arbeit wird der Zahn als die kleinste Untersuchungseinheit definiert. Sie stimmt mit der Untersuchungseinheit einiger vergleichbarer Studien überein. [Damaschke et al. 2003, Stoll et al. 2005]. Diese Einteilung erscheint gegenüber der von anderen Autoren [Kerekes und Tronstad 1979, Sjögren et al. 1990, Hoskinson et al. 2002] gewählten Unterteilung nach 'Wurzelkanälen' sinnvoller, da ein möglicher Misserfolg nicht immer sicher einer Wurzel bzw. einem Kanal zugeordnet werden kann. Außerdem kann auch ein Misserfolg an nur einer Wurzel im schlimmsten Fall zum Verlust des ganzen Zahnes führen.

Das Vorhandensein eines hohen Anteils erfolgreich behandelter mehrwurzeliger Zähne kann möglicherweise zu einer positiven Beeinflussung der Ergebnisse führen, wenn die Wurzel als kleinste Einheit für eine Studie gewählt wird [Löst et al. 1995].

Mit 1260 Wurzelkanalbehandlungen liegt die Anzahl der untersuchten Zähne in der vorliegenden Studie jedoch deutlich über der einiger anderer Arbeiten (siehe Tabelle 21).

Autor	Jahr	Anzahl	Untersuchungs- einheit	Untersuchungs- zeitraum
Kerekes und Tronstad	1979	501	Wurzel	3-5 Jahre
Sjögren et al.	1990	849	Wurzel	8-10 Jahre
Rocke et al.	1997	485	Zahn	10 Jahre
Fritz und Kerschbaum	1999	847	Zahn	9 Jahre
Peak et al.	2001	406	Zahn	<3 Jahre >3 Jahre
Hoskinson et al.	2002	489	Wurzel	4-5 Jahre
Cheung	2002	566	Zahn	74 Monate
Damaschke et al.	2003	190	Zahn	10 Jahre
Stoll et al.	2005	914	Zahn	10 Jahre
vorliegende Studie	2010	1260	Zahn	10 Jahre

Tab 21: Anzahl der untersuchten Zähne in der Literatur

6.1.4. Definition von Erfolg und Misserfolg

Bei der vorliegenden Untersuchung werden die Kriterien für Erfolg und Misserfolg einer Wurzelkanalbehandlung vor Beginn der Studie ausschließlich nach Aktenlage folgendermaßen festgelegt:

- Als Erfolg im Sinne der Überlebensstudie werden alle Wurzelfüllungen aus dem Zeitraum 1998-2001 gewertet, die sich zum Zeitpunkt der zuletzt vorhandenen Befunderhebung noch in ihrer ursprünglichen Form in situ befanden.

- Als Misserfolg wird jegliche Intervention an der jeweiligen Wurzelfüllung (ganz oder teilweise Revision) bzw. am Zahn (Hemisektion, Wurzelspitzenresektion, Extraktion) gewertet.

Da in der internationalen Literatur der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung grundsätzlich unterschiedlich definiert ist, sollten die Ergebnisse der vorliegenden Studie interpretiert und mit den verschiedenen Ergebnissen anderer Arbeiten kritisch verglichen werden. Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung kann sowohl im endodontischen Sinne [Hellwig et al. 1982, Sjögren et al. 1990, Löst et al. 1995], als auch im Sinne einer Überlebensstudie [Rocke et al. 1997] betrachtet werden und es bestehen gravierende Unterschiede zwischen den beiden Methoden. Die gewählten Kriterien für Erfolg und Misserfolg im Sinne dieser Überlebensstudie sind im Vergleich zu einigen anderen Arbeiten, die den Behandlungserfolg als solchen analysieren [Sjögren et al. 1990, Peak 1994, Friedman et al. 1995] verhältnismäßig weit gefasst. Das wichtigste Erfolgskriterium bei der vorliegenden Studie ist der Bestand des wurzelkanalbehandelten Zahnes zum Zeitpunkt der Untersuchung, ohne auf die eventuell vorhandenen subjektiven Beschwerden des Zahnes, den röntgenologischen Zustand der apikalen Region oder parodontale Probleme zu achten. Solange sich der Zahn zum Untersuchungszeitpunkt in seiner ursprünglichen Form in situ befindet, gilt die Behandlung auch als erfolgreich. In einer klassischen Nachuntersuchung zur Evaluation z.B. einer bestimmten Behandlungsmethode, wäre eine Wurzelfüllung, welche Beschwerden bereitet, als Misserfolg klassifiziert worden [Peak 1994]. Dies erklärt den positiven Einfluss auf die Erfolgszahlen der vorliegenden Studie im Vergleich zu anderen Arbeiten.

Einen positiven Einfluss auf die Ergebnisse hat auch die Tatsache, dass zum Zeitpunkt der Untersuchung die periapikale Region röntgenologisch nicht mit dem Ausgangsbefund verglichen wird. Dadurch werden mögliche Veränderungen der periapikalen Region zum Negativen nicht erfasst, solange sie klinisch stumm verlaufen. Andere Studien berichten von schlechteren

Erfolgsergebnissen, da bei diesen Arbeiten ein röntgenologischer Vergleich vorgenommen wird [Hellwig et al. 1982, Löst et al. 1995, Friedman et al. 1995]. Ein negativer Einfluss auf die Ergebnisse kommt zustande, da in dieser Studie nicht unterschieden wird, aus welchem Grund eine Extraktion erfolgt. Die Extraktion eines wurzelkanalbehandelten Zahnes kann nicht nur endodontische Ursachen haben, sondern auch aus parodontalen oder traumatologischen Gründen erfolgen.

Einige Studien führen die Gruppe 'unvollständige Heilung' bzw. 'teilweiser Erfolg' auf [Peak 1994, Löst et al. 1995, Friedman et al. 1995]. Im Hinblick darauf, dass besonders aus Sicht der Patienten ein vollständiger Erfolg angestrebt werden sollte, wird auf die Kategorie 'teilweise erfolgreich' völlig verzichtet.

6.1.5. Statistik

In vielen kontrollierten klinischen Studien wird die Wirksamkeit therapeutischer Maßnahmen anhand der Zeit bis zum Auftreten eines bestimmten Ereignisses beurteilt. Dabei kann es sich um ein positives, ein neutrales oder ein negatives Ereignis handeln. Ganz unabhängig von der Wertung des Ereignisses wird in der Medizin allgemein von Überlebenszeitanalyse gesprochen. Das charakteristische dieser Überlebenszeitanalysen ist, dass die Zeitvariable nicht zu einem festen Zeitpunkt erhoben werden kann. Das heißt, dass es zu Beginn einer Studie unbekannt ist, wann das Ereignis eintritt. Darüber hinaus muss am Ende des Beobachtungszeitraums das Ereignis nicht eingetreten sein. Es wird dann von einer zensierten Beobachtungszeit gesprochen. Zensierung kann auch dadurch entstehen, dass die Untersuchungseinheit in der Beobachtung verloren geht. Eine Zensierung ist auch durch das Eintreten eines konkurrierenden Risikos möglich [Ziegler et al. 2007].

Simuliert man diese Methode, wird bei der vorliegenden Studie die Wirksamkeit verschiedener Faktoren auf den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung anhand

der Zeit bis zum Auftreten eines Ereignisses (Misserfolg) oder einer Zensierung (Erfolg) beobachtet. Eine Zensierung kann aber auch dadurch entstehen, dass keine Folgeuntersuchungen stattfinden (da der Patient nicht mehr erscheint) oder dass der Zahn aus einem anderen Grund extrahiert wird (was bei der vorliegenden Studie nicht gesondert untersucht wird). Im Rahmen dieser Überlebenszeitstudie werden Patienten in einem bestimmten Zeitraum (1998-2001) also nicht zu einem bestimmten Zeitpunkt rekrutiert und über einen bestimmten Zeitraum hinaus mindestens nachbeobachtet (Zeit der Datenerhebung). Aufgrund der kürzeren Nachbeobachtungszeit hat die zuletzt rekrutierte Person eine geringere Wahrscheinlichkeit, dass bei ihr das Ereignis eintritt. Da bei der Methode nach Kaplan-Meier keine festen Intervalle vorausgesetzt werden, bietet sie sich für derartige Untersuchungen an. Stoll et al. berichten 1999, dass bei zahnmedizinischen Studien die initiale Verlustrate in der Regel sehr klein sei. Besonders bei zensierten Daten sei die Aussagekraft über einen kurzen Zeitraum gering, wodurch sich Überlebensuntersuchungen besonders für lange Nachuntersuchungszeiträume eignen. Eine große Anzahl früh auftretender zensierter Daten führe zu einem hohen Standardfehler der Langzeitüberlebensergebnisse, sowie einer Unterschätzung der Überlebenswahrscheinlichkeiten [Davies 1987].

Bei der gewählten Methode werden für jedes Ereignis (Verlust der Wurzelfüllung) die entsprechenden Überlebenswahrscheinlichkeiten berechnet [Kaplan und Meier 1958]. Für den Gesamtbeobachtungszeitraum werden dabei die einzelnen Überlebenswahrscheinlichkeiten zu sogenannten kumulativen Überlebenswahrscheinlichkeiten zusammengefasst.

Über die Kaplan-Meier Kurve hinaus werden weitere statistische Verfahren benötigt, mit denen es möglich ist, formale Tests in zwei Gruppen durchzuführen. Hierzu eignet sich der Log-Rank-Test. Besonders in Verbindung mit einer großen Menge zensierter Daten ist dieser Test sehr aussagekräftig.

6.2. Ergebnisse

6.2.1. Die Überlebensfunktion aller Wurzelfüllungen

Für alle beurteilten Wurzelfüllungen ($n=1250$) ergibt sich eine mittlere Überlebenszeit von 116 Monaten. Im Untersuchungszeitraum werden insgesamt 108 Verluste verzeichnet. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes beträgt die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,76$. Vergleichbare Ergebnisse liefert die Studie von Schmeißer, in der die Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,74$ beträgt [Schmeißer 2001].

Mit in diese Studie einbezogen werden alle Zähne, bei denen im Zeitraum 1998-2001 in der Abteilung für Zahnerhaltung eine Wurzelkanalbehandlung durchgeführt wurde. Wurzelkanalbehandlungen unter schweren Bedingungen werden nicht gesondert gewertet. Das heißt, dass das Untersuchungsgut auch Weisheitszähne, Molaren, Zähne mit parodontalen Erkrankungen, Zähne mit klinischer Beschwerdesymptomatik und Revisionen beinhaltet. Die dorsale Position und nicht selten die komplizierten Kanalverhältnisse der endständigen Molaren, die allgemeine schlechte Prognose bei Zähnen mit parodontalen Läsionen und der Schwierigkeitsgrad einer Revision stellen einige Parameter dar, die die Überlebenswahrscheinlichkeit der Wurzelfüllungen negativ beeinflussen können. Moussa-Badran et al. beobachten 2008 bei Wurzelkanalbehandlungen gute Ergebnisse bei einwurzeligen Zähnen und weniger gute Ergebnisse bei Molaren. In dieser Studie wird über eine geringe Qualität der durch Studenten durchgeführten Behandlungen berichtet. Solche Behandlungen werden zwar meistens von Spezialisten der Endodontie durchgeführt, aber die Tatsache, dass in einigen Fällen unerfahrene Studenten mit solchen Situationen konfrontiert sind kann sich genauso gut (nicht in jedem Fall) negativ auf das Ergebnis ausüben.

6.2.2. Faktor „Vitalität“ des Zahnes

In der Literatur trifft man auf viele Studien, die über einen signifikanten Unterschied des Erfolgs einer Wurzelkanalbehandlung bei vitalen und devitalen Zähnen berichten. Sobarzo-Navarro et al. 1988, Sjögren et al. 1990, Friedman et al. 1995 und Kojima et al. 2004 stellen in ihren Untersuchungen einen signifikanten Einfluss der Vitalität der Zähne fest, wobei die Unterschiede zwischen diesen zwei Gruppen von Zähnen nicht überall gleich deutlich werden. Sobarzo-Navarro et al. [1988] geben die Erfolgsquoten für vitale (93,5%) und devitale Zähne (91,3%) annähernd gleich hoch an. Friedman et al. [1995] hingegen erzielen für vitale Zähne eine Erfolgsquote von 93,5%, für devitale Zähne aber nur 73,9%.

Bei der genauen Betrachtung der vorliegenden Studie wird festgestellt, dass hier ein gegenteiliges Ergebnis vorliegt. Die Überlebenswahrscheinlichkeit der vitalen Zähne liegt zum Zeitpunkt des letzten Verlustes mit $p=0,71$ unter der der devitalen Zähne mit $p=0,83$. Obwohl der Log-Rank Test mit $p=0,245$ keinen signifikanten Unterschied aufweist, ist es erforderlich, diese Tatsache zu begründen. Bei der Betrachtung der vorausgegangenen Studie von Schmeißer, die auf fast den gleichen Untersuchungsdetails basiert wird festgestellt, dass dort auch ein hoch signifikanter Unterschied zwischen vitalen und devitalen Zähnen dokumentiert wird ($p<0,001$) [Schmeißer 2001]. Bei dieser Studie haben die vitalen Zähne zum Zeitpunkt des letzten Verlustes eine Überlebenswahrscheinlichkeit von $p=0,81$. Für die devitalen Zähne beträgt dieser Wert $p=0,68$.

Es gibt außerdem Studien von Kerekes und Tronstad [1979] sowie Löst et al. [1995], in denen kein signifikanter Unterschied gefunden wird. Nachfolgend wird versucht, das Ergebnis anhand der möglichen Fehlerquellen nachvollziehbar zu machen.

Die Vitalität der Zähne wird anhand eines Kälte-Tests untersucht. Dieser Test gehört zu den alltäglichen Untersuchungsmethoden in der Praxis und wird durch applizierte Kälte mit einem Kältespray durchgeführt. Da bei diesem Test

eigentlich die Fähigkeit der Reizleitung überprüft wird, sollte man besser von der Sensibilität sprechen. Zähne mit einer guten Gefäßversorgung haben natürlich eine hohe Sensibilität. Es gilt also, dass ein desensibler Zahn eventuell trotzdem vital sein kann. Abgesehen davon gibt es verschiedene Ursachen, die den Test beeinflussen. Eine Überkronung kann die Reizweiterleitung vermindern und zu einem negativen Ergebnis führen. Falsche Interpretationen seitens des Patienten sind auch nicht selten. Bei einer nekrotischen Pulpa fällt der Kälte-Test wegen einer Restvitalität positiv aus, obwohl die vorhandene Infektion sich auf den Erfolg gleichzeitig negativ auswirken kann. Diese Tatsachen haben eine Wirkung auf das Ergebnis der vorliegenden Studie und beeinflussen dieses damit.

Der Log-Rank Test zeigt mit $p=0,245$ keinen signifikanten Unterschied.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht von der Vitalität des Zahnes bei der Ausgangssituation ab

angenommen.

6.2.3. Faktor „Symptomatik“ des Zahnes

Eine systematische symptombezogene Untersuchung ist ein fester Bestandteil der Therapie vor der Trepanation pulpitischer Zähne oder einer Revision. Anhand der Aktenlage wird bei der vorliegenden Studie zwischen symptomatischen oder beschwerdefreien Zähnen vor einer Wurzelkanalbehandlung unterschieden. Es findet keine weitere Differenzierung der Schmerzqualität oder unterschiedlicher Dauer des Schmerzens statt.

Friedman et al. belegen 1995 einen signifikanten Unterschied in der Erfolgsrate zwischen diesen zwei Zahngruppen. Dabei beschreiben sie für

asymptomatische Zähne eine 87,3%ige Erfolgsquote, für Zähne mit Beschwerden hingegen nur eine 73,8%ige Erfolgsquote.

Dieses Ergebnis ist sinngemäß zu erwarten, denn das Vorliegen von Beschwerden deutet entweder auf ein apikales entzündliches Geschehen, eine ausgedehnte Karies oder eine Entzündung der Pulpa, die alle zur Infektion des Wurzelkanals führen und sich somit negativ auf den Behandlungserfolg auswirken. Polycarpou et al. versuchen 2005 die potentiellen Risikofaktoren, die nach einer erfolgreich abgeschlossenen Wurzelkanalbehandlung persistierende dento-alveoläre Schmerzen verursachen, zu bestimmen. Sie stellen fest, dass die Anwesenheit von über mindestens drei Monate anhaltenden Schmerzen und das Vorhandensein der Problematik chronisch generalisierter Allgemeinsymptome Risikofaktoren darstellen.

Stoll et al. definieren 2005 mit $p=0,005$ einen höchstsignifikanten Unterschied. Hier beträgt die mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit bei symptomlosen Zähnen $p=0,79$ und beim Vorliegen von Beschwerden $p=0,67$. Obwohl bei der vorliegenden Studie der Unterschied nicht signifikant ist, kommen wir zu ähnlichen Ergebnissen. Der Behandlungserfolg ist definitiv bei beschwerdefreien Zähnen mit einer mittleren Überlebensdauer von $p=0,82$ deutlich höher als bei Zähnen, die Schmerzen verursachen ($p=0,70$). Es kann also behauptet werden, dass eine Wurzelkanalbehandlung an schmerzfreien Zähnen eine bessere Aussicht auf Erfolg hat als bei Zähnen, die vor der Behandlung Beschwerden bereitet haben.

Der Log-Rank Test weist mit $p=0,332$ keinen signifikanten Unterschied auf.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht vom Vorhandensein einer Schmerzsymptomatik des Zahnes bei der Ausgangssituation ab

angenommen.

6.2.4. Faktor „Ausgangssituation“ des Periapex „(PRI)“

Der von Reit und Gröndahl [1983] eingeführte *Periapical Probability Index (PRI)* basiert nicht auf der Unterteilung apikaler Läsionen in verschiedenen Größen. Es wird lediglich die Einteilung getroffen, ob eine apikale Osteolyse vorliegt oder nicht. Dabei steht dem Betrachter jeweils die Untersuchung in *sichere Diagnose* bzw. *vermutliche Diagnose* zur Verfügung. Dieser Index wird für die röntgenologische Betrachtung der apikalen Region der Ausgangsbilder in dieser Studie verwendet.

Ursprünglich werden insgesamt 5 Gruppen unterschieden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit bei der Auswertung der Ergebnisse werden die Gruppen PRI=1 (definitiv keine knöcherne Entzündung) und PRI=2 (wahrscheinlich keine knöcherne Entzündung) als die Gruppe ohne Parodontitis apicalis chronica und die Gruppen PRI=4 (wahrscheinlich knöcherne Entzündung) und PRI=5 (definitiv knöcherne Entzündung) als die Gruppe mit einer Parodontitis apicalis chronica zusammengefasst. Eine Auswertung für die Gruppe PRI=3 (Knochenentzündung nicht beurteilbar) erfolgt nicht und Vergleiche mit dieser Gruppe werden auch nicht angestrebt.

In der internationalen Literatur wird bei vielen Studien einheitlich das Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein einer periapikalen Läsion und Ossifikation als ein Faktor betrachtet, der den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung signifikant beeinflusst [Kerekes und Tronstad 1979, Swartz et al. 1983, Pekruhn 1986, Matsumoto et al. 1987, Schmalz 1990, Stoll et al. 2005].

Das Ergebnis der vorliegenden Studie stimmt mit dem der erwähnten Arbeiten überein. Für die Gruppe ohne eine Parodontitis apicalis chronica beträgt die mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit zum Zeitpunkt des letzten Verlustes $p=0,86$ gegenüber der Gruppe mit einer Parodontitis apicalis chronica mit $p=0,73$. In der ersten Gruppe treten mehr als 5mal weniger Verluste als in der zweiten Gruppe auf.

Der Log-Rank-Test weist hier einen signifikanten Unterschied ($p=0,017$) auf.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht von der Ausgangssituation der periapikalen Region ab

verworfen.

Es ist von großer Bedeutung, welcher Betrachter die Auswertung der Röntgenbilder übernimmt. Unterschiedliche Bewertungskriterien bei verschiedenen Betrachtern sind gut vorstellbar. Unbeteiligte Betrachter sind laut Tidmarsh [1987] neutraler und kritischer. Er berichtet, dass die Misserfolgsraten von Wurzelkanalbehandlungen um das achtfache erhöht werden, wenn die röntgenologischen Beurteilungen vom Dritten erfolgen. Sjögren et al. [1990] lassen in einer Untersuchung alle Röntgenbilder von verschiedenen Personen zu verschiedenen Zeitpunkten beurteilen. Bei der vorliegenden Arbeit werden aber die Röntgenbilder zum Zeitpunkt des Behandlungsbeginns angefertigt und von nur einem Betrachter ausgewertet.

Da bei der vorliegenden Studie alle Röntgenbilder unter einheitlichen Bedingungen von derselben approbierten Zahnärztin als Betrachterin ausgewertet werden, ist mit einer neutralen und eher kritischen Betrachtung zu rechnen. Bei dieser Betrachterin handelt es sich weder um eine Behandlerin, noch eine Mitarbeiterin der Abteilung für Zahnerhaltung. Deshalb kann sie als unbeteiligt und neutral angenommen werden.

Des Weiteren gibt Reit [1987] zu bedenken, dass nicht alle periapikalen Osteolysen röntgenologisch sichtbar sind. Es muss also davon ausgegangen werden, dass besonders ein Teil der als *apikal nicht beteiligt* gewerteten Zähne methodisch bedingt nicht korrekt beurteilt wird [Stoll et al. 2005].

6.2.5. Faktor „Länge“ der Wurzelfüllung

In der vorliegenden Studie werden drei verschiedene Längen für die Wurzelfüllungen definiert. Die Wurzelfüllung hat eine optimale Länge, wenn sie 0,5-1,5 mm vor dem röntgenologischen Apex endet. Wenn der Abstand der Wurzelfüllung bis zum röntgenologischen Apex kleiner als 0,5 mm ist oder eine Überstopfung vorliegt, ist sie zu lang. Wenn er größer ist als 1,5 mm wird die Wurzelfüllung als zu kurz bezeichnet. Diese Unterteilung wird anhand der vorhandenen Röntgenbilder gemacht, die beim Abschluss einer Wurzelfüllung jeweils angefertigt werden. Ähnlich wie bei dieser Arbeit findet bei Kerekes und Tronstad 1979, Hellwig et al. 1982 und Stoll et al. 2005 eine reine röntgenologische Auswertung statt.

Stoll et al. bestimmen für Wurzelfüllungen mit korrekter Länge eine mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit von $p=0,85$. Sie kommen zu deutlich schlechteren Ergebnissen bei zu kurzen ($p=0,41$) oder zu langen ($p=0,49$) Wurzelfüllungen. Hier wird über einen signifikanten Unterschied zwischen den drei Gruppen berichtet ($p<0,001$).

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stehen in Einklang mit vielen anderen in der Literatur vorhandenen Arbeiten. Der größte Teil der Wurzelfüllungen hat eine korrekte Länge. Es sind aber auch zu lang oder zu kurz gefüllte Kanäle vorhanden. Die Überlebenswahrscheinlichkeit zum Zeitpunkt des letzten Verlustes beträgt bei optimal gefüllten Wurzelfüllungen $p=0,78$, bei zu kurzen Füllungen $p=0,71$ und bei zu langen Füllungen $p=0,75$. Nach Angaben von Sjögren et al. haben - mit einer Wahrscheinlichkeit von 94% ähnlich wie bei der vorliegenden Studie - die besten Überlebensraten die Wurzelfüllungen, deren Ende sich 0 bis 2 mm innerhalb des radiologischen Apex befindet. Bei unterfüllten Füllungen sinken die Erfolgsaussichten signifikant auf 76%. Zu lange und überstopfte Füllungen weisen mit 68% die ungünstigste Prognose auf [Sjögren et al. 1990].

Mit $p=0,060$ wird hier ein nahezu signifikanter Unterschied festgestellt. Es kann also behauptet werden, dass die korrekte Länge einer Wurzelfüllung den Behandlungserfolg positiv beeinflusst.

Da die Länge der Wurzelfüllung nach röntgenologischer Betrachtung stattfindet, soll versucht werden durch standardisierte Röntgenmethoden die Fehlerquellen möglichst klein zu halten oder im besten Fall auszuschließen. Aufnahmebedingte Projektionsfehler können zu falsch-positiven oder falsch-negativen Ergebnissen führen [Schmeißer 2001]. Wenn das Röntgenbild zum Beispiel verzogen ist, kann die Länge der Wurzelfüllung nicht korrekt bestimmt werden da diese auch verzogen erscheint. Bei mehrwurzeligen Zähnen wäre es von Vorteil, exzentrische Bilder vorliegen zu haben. Da nur auf solchen Bildern alle vorhandenen Kanäle in gesamter Länge sichtbar werden. Dementsprechend lässt Sjögren et al. 1990 bei seinen Untersuchungen exzentrische Bilder machen, um damit die falsch-positiven Ergebnisse zu vermeiden. In der vorliegenden Studie sind aber die Kontrollaufnahmen der Wurzelfüllungen nur in einzelnen Fällen exzentrisch angefertigt worden. Diese Tatsache kann die korrekte Beurteilung der Längen erschweren und damit das Ergebnis beeinflussen.

6.2.6. Faktor „Kondensation“ der Wurzelfüllung

Als Maß für den Kondensationsgrad wird die Homogenität der Wurzelfüllung angenommen. In der vorliegenden Studie wird die Kondensation der Wurzelfüllungen durch einen Dritten röntgenologisch untersucht und beurteilt. Die Kondensation wird in die vier Gruppen *sehr gut*, *gut*, *befriedigend* und *schlecht* eingeteilt. Es kann nur röntgenologisch untersucht werden, ob eine ausreichende Homogenität vorliegt [Weiger et al. 1997]. Dadurch dass die vorhandenen Röntgenbilder nur eine zweidimensionale Darstellung des dreidimensionalen Wurzelkanals anbieten, sind bei dieser Methode falsch-positive oder falsch-negative Ergebnisse nicht ausgeschlossen [Schmeißer 2001].

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die Gruppen mit sehr guten und guten Kondensationen als *optimal*, und die Gruppen der befriedigenden und schlechten Kondensationen als *suboptimal* zusammengefasst. Der Anteil der

homogen gefüllten Wurzelkanäle beträgt in dieser Studie 87,62%. Stoll et al. definieren 2005 den Einfluss der Qualität auf den Behandlungserfolg als signifikant. Wir erzielen das gleiche Ergebnis und stellen die Auswirkung der Kondensation auf den Behandlungserfolg mit $p=0,01$ auch als signifikant fest. Die Qualität einer Wurzelfüllung wird wie schon erwähnt durch die beiden Faktoren *Länge* und *Kondensation* bestimmt.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht von den Qualitätskriterien ‚Länge‘ und ‚Kondensation‘ der Wurzelfüllung ab

verworfen.

Deutliche Auswirkungen der Homogenität von Wurzelfüllungen auf den Erfolg derselben belegen einige Studien [Kerekes und Tronstad 1979, Sjögren et al. 1990].

Sjögren et al. [1990] kommen zu dem Ergebnis, dass homogen gefüllte Kanäle mit 67% Erfolgsquote besser abschneiden als inhomogen gefüllte (31% Erfolgsquote). Besonders deutlich wird die Diskrepanz in der Studie von Kerekes und Tronstad [1979]. Sie berichten über eine Erfolgsquote von 93% für homogen gefüllte Wurzelkanäle, jedoch nur über 28% Erfolg bei inhomogen gefüllten Kanälen.

Im Gegensatz zu den oben genannten Studien finden Friedman et al. [1995] keinen signifikanten Unterschied zwischen homogen gefüllten und nicht homogen gefüllten Wurzelfüllungen.

6.2.7. Faktor „Revision“ der Wurzelfüllung

In verschiedenen Studien kann gezeigt werden, dass Revisionen von Wurzelfüllungen einen entscheidenden Beitrag zur Verbesserung der klinischen

Situation leisten können. Nach Schröder et al. [1981] sollte ihnen daher der Vorzug vor einer chirurgisch- endodontischen Maßnahme gegeben werden.

Der Anteil der durchgeführten Revisionen ist mit 10% im Vergleich zu den Erstbehandlungen sehr gering. Ähnlich wie bei der Studie von Stoll et al. 2005 wird in der vorliegenden Studie zwischen den Erfolgsraten bei Erstbehandlungen und den Revisionen kein signifikanter Unterschied festgestellt.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht davon ab, ob es sich um die Erstversorgung oder eine Revision handelt

angenommen.

In vielen Literaturstellen werden für Revisionen schlechtere Erfolgsraten bewiesen als bei Erstbehandlungen [Strindberg 1956, Bergenholtz et al. 1979, Schmalz 1990, Friedman et al. 1995]. Sjögren et al. stellen 1990 für einen Beobachtungszeitraum von 8 bis 10 Jahren für Revisionen mit einer Erfolgsrate von 62% ein schlechteres Ergebnis fest als bei den Erstversorgungen. Nach Löst et al. ist das Misserfolgsrisiko bei Revisionen 1½-2fach höher als bei der zweiten Variante [Löst et al. 1995].

Ähnlich wie bei der vorliegenden Studie werden in den Arbeiten von Van Nieuwenhuysen et al. und Stoll et al. relativ gute Ergebnisse für die durchgeführten Revisionen festgestellt [Van Nieuwenhuysen et al. 1994, Stoll et al. 2005].

Die unterschiedlichen Erfolgsquoten können dadurch begründet sein, dass der Behandlungserfolg in jeder Studie unterschiedlich definiert wird. So wird zum Beispiel ein wurzelkanalrevidierter Zahn der klinisch symptomfrei ist aber eventuell eine apikale Entzündung aufweist, als Erfolg betrachtet. Außerdem mag sich die Tatsache, dass die meisten Revisionen in der Abteilung für Zahnerhaltung von den Fachspezialisten durchgeführt werden, positiv

ausgewirkt haben. Es spielt eine Rolle, ob bei dem zu behandelnden Zahn eine parodontale Erkrankung vorliegt. Die meisten endodontischen Misserfolge entstehen nämlich als Folge einer fortgeschrittenen Parodontalerkrankung oder einer Wurzelresorption. Es lässt sich also folgern, dass eine vorliegende Parodontitis die Aussicht auf Erfolg bei einer Revision negativ beeinflusst.

Vergleicht man Faktoren wie Zeit, Materialien und Wirtschaftlichkeit, kann hierin der Grund der höheren Erfolgsraten bei Revisionen in einer Klinik im Vergleich zu einer Privatpraxis vermutet werden. Außerdem ist die Tatsache, dass an einer Uniklinik dem wissenschaftlichen Arbeiten mit höherer Qualität der Vorzug gegeben wird, ohne auf die investierte Behandlungszeit besonders zu achten, ein Hinweis auf besseren Erfolgsraten.

6.2.8. Faktor „Behandler“

In der vorliegenden Studie erfolgt die Einteilung der Behandler in drei Gruppen, den Studierenden, den approbierten Zahnärzten und den Spezialisten der Abteilung für Zahnerhaltung. Bei der Gruppe der Studenten wird keine weitere Einteilung in verschiedene Semester oder Examina durchgeführt. Das Vorhandensein der beiden Gruppen von Zahnärzten und Spezialisten ermöglicht in dieser Studie eine Untersuchung des Erfolgsraten bezogen auf Berufserfahrung und Spezialisierung, was in der letzten Studie von Stoll et al. in 2005 nicht der Fall ist.

71,1% der untersuchten Wurzelfüllungen werden von den Studenten durchgeführt. Diese Gruppe erzielt bei der Studie eine mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit von $p=0,79$. Die Erfolgsquoten sind bei den approbierten Zahnärzten nahezu gleich ($p=0,78$), aber bei der Gruppe der Spezialisten liegt dieser Wert mit $p=0,65$ deutlich darunter.

In der vorangegangenen Studie von Stoll et al., in der nur eine Einteilung in zwei Gruppen gemacht wird beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit zum Zeitpunkt des letzten Verlustes für die Gruppe der Studierenden $p=0,72$ und für

die approbierten Zahnärzte $p=0,78$. Der Einfluss vom Behandler auf die Erfolgsquote wird als nicht signifikant definiert.

In der vorliegenden Arbeit ist der Unterschied zwischen den drei Gruppen mit $p=0,408$ auch nicht signifikant.

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht von der Erfahrung des Behandlers ab

angenommen.

Die Vermutung Schröders und Moussa-Badran, studentische Arbeiten könnten erheblich schlechtere Erfolgchancen haben als die von examinieren Zahnärzten [Schröder 1977, Moussa-Badran et al. 2008], konnte in der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt werden. Teo et al. berichten 1986 über Erfolgsraten von 90,6% bei von Studenten durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen.

Es stellt sich die Frage, ob man das vorhandene Ergebnis der ersten Gruppe nur den Studenten gut schreiben kann. In den Studentenkursen des siebten und des zehnten Semesters ist die intensive Aufsicht der Studenten durch die approbierten Zahnärzte der Abteilung nicht wegdenkbar. Abgesehen davon wird die Trepanation der meisten Zähne, die vor Allem bei Molaren einen komplizierten Behandlungsschritt darstellt, auch von erfahrenen Kollegen durchgeführt. Die intensive Aufsicht und Betreuung der Studenten ist also ein fester Bestandteil der Behandlung. Es ist daher denkbar, die Ergebnisse der Gruppe der Studenten als eine Zusammenarbeit zwischen den ersten beiden Gruppen zu betrachten.

Wie in vielen veröffentlichten Studien auch [Alley et al. 2004, Bierenkrant et al. 2008] erwartet man bei den von Spezialisten durchgeführten Wurzelkanalbehandlung ein hoch qualitatives und langlebiges Ergebnis. Peak allerdings definiert 1994 die Erfolgsquote der approbierten Zahnärzte mit 85%

vergleichbar mit den Ergebnissen der Fachspezialisten. Dieses Ergebnis ist mit dem der vorliegenden Studie vereinbar. Aber die deutlich niedrige Überlebenswahrscheinlichkeit der Gruppe der Spezialisten ist nicht erwartungsgemäß. Im Abschnitt 5.3.8.1 werden die möglichen Einflussfaktoren auf die Behandlung speziell für diese Gruppe anhand von Tabellen dargestellt. Anschließend wird versucht die Gründe weiter zu erläutern.

Der Zahntyp (Frontzähne, Prämolaren, Molaren) ist als ein prognostischer Einflussfaktor von Bedeutung. Diese Variable wird in der Literatur bei unterschiedlichen Studien untersucht. Dabei wird den Molaren als mehrwurzeligen Zähnen - wenngleich auch nicht immer in einem signifikanten Ausmaß - eine schlechtere Erfolgsprognose zugeordnet. Wurzelkanal-behandelte Molaren (Extraktionsrate: 5,75%) müssen bei Lazarski et al. [2001] in den ersten beiden Beobachtungsjahren wegen eines endodontischen Misserfolgs signifikant häufiger als Frontzähne (Extraktionsrate: 5,05%) und Prämolaren (Extraktionsrate: 5,53%) extrahiert werden. Bei Field et al. wird ebenso für die wurzelkanalbehandelten Molaren und Prämolaren in signifikantem Ausmaß mit 86,9% eine schlechtere Erfolgswahrscheinlichkeit nachgewiesen als bei den Frontzähnen mit 97,9%.

Die vermehrte Anzahl von Wurzeln und die kompliziertere Wurzelanatomie zum Einen, sowie deren Positionierung in den distalen Kieferbereichen zum Anderen erhöhen den Schwierigkeitsgrad solcher Wurzelkanalbehandlungen. Die Molaren haben meistens mehr als einen Kanal und weisen sehr häufig akzessorische Kanäle auf, die schwierig aufzufinden und abzufüllen sind. Krümmungen, Obliterationen und apikale Stopps sind realistische Probleme, mit denen der Behandler bei den Seitenzähnen sehr oft konfrontiert wird. In den hinteren Kieferabschnitten sind die schlechte Lage der Zugangskavität und die erschwerte Einsicht in die Kanaleingänge meistens nicht vermeidbar.

Damaschke und seine Mitautoren errechnen 2003 für mehrwurzelige Zähne längere Überlebenswahrscheinlichkeiten (89,2% nach zehn Jahren) als für einwurzelige Zähne (82% nach zehn Jahren). Diesen Widerspruch zu anderen von ihnen zitierten Ergebnissen begründen die Autoren mit der guten Ausbildung der behandelnden Studenten, die bei mehrwurzeligen Zähnen viel

sorgfältiger gearbeitet haben dürften. Dieser Fakt hat bei der vorliegenden Studie auch seine Gültigkeit.

In der Betrachtung der direkten Einflussfaktoren wird festgestellt, dass es sich überwiegend um Molaren handelt. Die Anzahl der behandelten Molaren überragt mit 71,44% die der Prämolaren und Frontzähne mit jeweils 14,28%.

Weitere Schwierigkeiten bezüglich der Anatomie und besonderen Situation der Wurzelkanäle werden nachfolgend zusammengefasst:

- Zähne mit bakteriell infizierten Kanälen: n=2
- Zähne mit ausgeprägter Krümmung der Kanäle und schwieriger Instrumentierung: n=5
- Zähne mit apikalen Stopps: n=1
- Zähne mit nur einem auffindbaren Kanal: n=1

Die Revision einer Wurzelkanalbehandlung erschwert in der Regel den Behandlungsablauf und hat dadurch einen negativen Einfluss auf die Erfolgsaussichten dieser Behandlung. Die erschwerten Bedingungen bei einer Revision verschlechtern in der Literatur die Überlebenswahrscheinlichkeiten der betroffenen Zähne. Sjögren et al. findet 1990 nach einem Beobachtungszeitraum von acht bis zehn Jahren für Revisionen bei Zähnen mit apikaler Ostitis eine Erfolgsquote von 62%. Dies ist im Vergleich zu den Erstbehandlungen ein relativ schlechtes Ergebnis. Löst et al. berichten in ihrer Studie von einem 1½-2 fach höheren Misserfolgsrisiko bei Revisionen im Vergleich zu Initialbehandlungen [Löst et al. 1995].

Aus Tabelle 5.3.8.1.1-1 geht hervor, dass insgesamt 6 Revisionen durchgeführt wurden. Dies entspricht 28,57% der Gesamtbehandlungen. Die durchgeführten Revisionen haben damit auch Einfluss auf die Erfolgsquote bei den von Spezialisten behandelten Zähnen.

In der vorliegenden Studie wird festgestellt, dass eine periapikale Entzündung und eine daraus resultierende Osteolyse in einem signifikanten Ausmaß den

Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung negativ beeinflussen. Bei n=12 (57,14%) der hier untersuchten Patienten kann schon vor der Durchführung der Behandlung röntgenologisch ein PRI-Grad=5 beobachtet werden. Diese ungünstige Bedingung ruft eine schlechtere Prognose der Behandlung hervor.

Über Nerven, Blut- und Lymphgefäße besteht zwischen Parodont und Endodont eine direkte Verbindung. Diese Verbindung ist hauptsächlich an den Foramina apicalia, aber auch an jeder anderen Stelle der Wurzel vorhanden.

Eine Pulpaerkrankung, die über eine dieser Verbindungen hinausgeht, kann somit auf das Parodontium übergreifen. Andererseits kann eine parodontale Läsion retrograd eine Infektion der Pulpa hervorrufen. Diese Verbindung besteht nach einer Wurzelkanalbehandlung zwischen der Wurzelfüllung und dem Parodont. Eine parodontale Erkrankung der hier behandelten Zähne in Form tiefer Zahnfleischtaschen oder erhöhtem Lockerungsgrad beeinflusst den Langzeiterfolg einer Wurzelkanalbehandlung. Es können bakterielle Substanzen und Produkte, die aus einem Entzündungsprozess der Parodontitis stammen, die Wurzelfüllung über apikale oder laterale Foramina sowie über Dentintubuli erreichen. Mutschelknauss [1975], Bergenholtz und Hasselgren [2003] behaupten, dass beim Scaling und Rootplaning nicht nur Bakterienbeläge entfernt werden, sondern auch Teile von Zement und Dentin. Es kommt zur Freilegung von Dentinkanälchen. Es kann dann ein Einwandern von Bakterien in die Tubuli stattfinden [Adriaens et al. 1988]. Es kann gefolgert werden, dass dies im Falle eines wurzelkanalbehandelten Zahnes auch gilt. Das bedeutet, dass bei Zähnen mit einer apikalen Osteolyse oder erweitertem Parodontalspalt die Wurzelfüllung durch diese Bakterien infiziert werden kann. Habl et al. berichten, dass mit zunehmender Größe der parodontalen Läsion die Erfolgswahrscheinlichkeit einer Wurzelkanalbehandlung in signifikantem Ausmaß zurück geht [Habl et al. 2006].

Tiefe kariöse Läsionen haben demzufolge auch einen negativen Einfluss, da die Bakterien mit der Zeit in den Kanal einwandern und diesen infizieren.

Eine vernünftige Wurzelkanalbehandlung ist erst nach der Versorgung des Zahnes mit einer suffizienten Suprakonstruktion abgeschlossen. Cheng et al.

und Ng et al. definieren den Einfluss des Vorhandenseins einer suffizienten Suprakonstruktion bei wurzelkanalbehandelten Zähnen als signifikant [Cheng et al. 2006, Ng et al. 2008]. Chandra stellt fest, dass das Vorhandensein einer apikalen Läsion den Behandlungserfolg signifikant negativ und das Anlegen von Kofferdam und die Suffizienz der koronalen Restauration diesen signifikant positiv beeinflussen können [Chandra 2009].

Anhand dieser Fehleranalyse stellt man bei der vorliegenden Studie fest, dass viele der Faktoren mit denen die behandelnden Spezialisten konfrontiert sind, die Behandlung erschweren. Es wird angestrebt, dass zum Beispiel komplizierte Revisionen oder Wurzelkanalbehandlungen bei Zähnen mit ungünstiger Kanalsituation nicht von den Studenten durchgeführt werden. Seitens der approbierten Zahnärzte werden immer wieder risikoreiche endodontologischen Behandlungen an die Spezialisten überwiesen. So kann man die in dieser Studie höheren Verlustraten der von Spezialisten behandelten Zähne erklären.

6.2.8.1. Faktor „Spezialisierung“ des Behandlers

In der vorliegenden Studie wird eine Einteilung der Spezialisten in zwei Gruppen gemacht. In dem Beobachtungszeitraum 1998-2001 werden die Wurzelkanalbehandlungen durch zwei Mitarbeiter der Abteilung für Zahnerhaltung durchgeführt, die sich in diesem Fach spezialisiert haben. Es betrifft 11,2% der erfolgten Behandlungen. Eine weitere Einteilung nach unterschiedlich langer Berufserfahrung wird nicht vorgenommen.

Es wurde im letzten Abschnitt erwähnt, dass in der internationalen Literatur generell durch Spezialisten der Endodontie gute Behandlungsergebnisse nachgewiesen werden.

Der folgende Vergleich zwischen den zwei verschiedenen Spezialisten dient eher der internen Qualitätssicherung der Abteilung.

Der Log-Rank-Test zeigt für die Behandlungen der beiden Spezialisten keinen signifikanten Unterschied ($p=0,425$).

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht von der Erfahrung unterschiedlicher Spezialisten ab

angenommen.

6.2.9. Faktor „Ledermix®“ als medikamentöse Einlage

Kalziumhydroxid und Kortikosteroide wie zum Beispiel Ledermix® sind beliebte Mittel, die bei einer Wurzelkanalbehandlung als medikamentöse Einlage Anwendung finden. Nach Rödiger und Hülsmann gilt Kalziumhydroxid nach wie vor als das Mittel der Wahl, insbesondere in Kombination mit einer NaOCl-Spülung [Rödiger und Hülsmann 2005].

In der vorliegenden Studie stehen auch die beiden oben genannten Mittel als medikamentöse Einlage bei Wurzelkanalbehandlungen zur Verfügung.

In dieser Arbeit wird die Auswirkung von Ledermix® auf den Erfolg von Wurzelkanalbehandlungen untersucht. Deshalb findet die Einteilung hier nach dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von diesem Medikament als Einlage statt.

Der Anteil mit Anwendung von Ledermix® beträgt 28,1%, also in den meisten Fällen wird Kalziumhydroxid der Vorzug gegeben (69,5%). Der Log-Rank-Test weist für die beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied auf ($p=0,85$).

Zusammenfassend wird deshalb die in der Zielsetzung formulierte Nullhypothese:

Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung hängt nicht vom Einsatz von Ledermix® als medikamentöse Einlage ab

angenommen.

6.3. Klinische Relevanz

Die vorliegende Studie beinhaltet als Untersuchungsgut die Wurzelkanalbehandlungen, die in einem begrenzten Zeitraum in der Abteilung für Zahnerhaltung durchgeführt wurden. Dies ist eine zahnerhaltende, medizinische Behandlungsmethode, die bei einer irreversiblen Schädigung der Pulpa angewendet wird. Die Behandlungsmethode ist bei den drei Gruppen von Behandlern einheitlich. Nach Trepanation des betroffenen Zahnes erfolgen die Aufbereitung und anschließend die Wurzelfüllung. Es wird nicht untersucht, ob die Aufbereitung des Kanals manuell oder maschinell gemacht wird. Der Einfluss der Spülung in Abhängigkeit von Art der Spüllösung wird auch nicht beurteilt. Bei der Fülltechnik aber handelt es sich um die laterale Kondensation, bei der in der internationalen Literatur gute Erfolgsquoten erzielt werden. Dieser Fakt wird von der vorliegenden Arbeit auch belegt. Es handelt sich um eine technisch nicht komplizierte Füllmethode mit einfacher Handhabung sowohl für die approbierten Zahnärzte als auch für die unerfahrenen Studenten. Mit Hilfe dieser Methode lassen sich mit relativ geringem Material und finanziellem Aufwand technisch korrekte und somit qualitativ hochwertige Wurzelfüllungen durchführen [Schmeißer 2001].

In verschiedenen Studien kann gezeigt werden, dass Revisionen von Wurzelfüllungen einen entscheidenden Beitrag zur Verbesserung der klinischen Situation leisten können. Daher sollte ihnen der Vorzug vor einer chirurgisch-endodontischen Maßnahme gegeben werden. In der vorliegenden Studie werden für die Revisionen gute Ergebnisse erzielt. Selbstverständlich tragen die

Fachspezialisten einen großen Beitrag dazu, da sie die meisten Revisionen übernehmen. Bei Betrachtung der Langzeitprognose der erfolgten Revisionen wird die Bedeutung der Zahnerhaltung deutlich. Durch die zurzeit vorhandenen Methoden, Techniken und das Fachwissen sollte vor Allem im Interesse des Patienten vor der Extraktion eine Revision bevorzugt werden. Dies ermöglicht dem Patienten den Erhalt seiner natürlichen Zähne bis in das hohe Lebensalter. Außerdem wird damit vermieden, dass die Behandler mit schwierigen und zum Teil unlösbaren kieferorthopädischen oder prothetischen Situationen als Folge einer voreiligen Extraktion konfrontiert werden.

Die Erfahrung eines jeden Behandlers und die Qualität der von ihm angewendeten Materialien und Methoden spielen eine große Rolle auf das Endergebnis und die Erfolgsprognose einer Wurzelkanalbehandlung. Diese Arbeit belegt aber, dass Faktoren wie die periapikale Situation, Länge und Kondensation die Ergebnisse entscheidend ändern können. Deshalb ist es von großer Bedeutung, vor der Einleitung einer Wurzelkanalbehandlung als Behandler auf Parameter wie eine eventuelle vorhandene apikale Osteolyse oder fortgeschrittene parodontale Erkrankungen zu achten und die Patienten darauf aufmerksam zu machen. Für den Behandler ist es also möglich, die Erfolgchancen bei der Behandlung einzelner Zähne durch Analyse der Ausgangssituation abzuwägen und die Therapie darauf abzustimmen. Deshalb sollte eine ausführliche Aufklärung des Patienten über den Behandlungsablauf und die vermuteten Risikofaktoren ein fester Bestandteil dieser Behandlung sein. Nur somit kann großen Enttäuschungen seitens Patienten bei einem auftretenden Misserfolg vorgebeugt werden.

Es wird also festgestellt, dass Wurzelkanalbehandlung oder deren Revision als eine konservierende Maßnahme für den Erhalt der bleibenden Zähne betrachtet werden können. Deshalb sind regelmäßige qualitätssichernde Kontrollen notwendig, um Aussagen über den Behandlungserfolg der Wurzelkanalbehandlungen machen zu können.

7. Zusammenfassung

7.1. Kurzfassung

7.1.1. Problemstellung und Zielsetzung der Studie

Im Rahmen der konservierenden Behandlungen hat besonders die Endodontologie immer mehr an Bedeutung gewonnen. Dies zeigt sich in erster Linie in einer zunehmenden Inzidenz endodontisch behandelter Zähne bei den verschiedenen Altersgruppen.

Die Vermittlung der endodontischen Behandlungsmethoden gehört zum festen Bestandteil des klinischen Abschnittes der studentischen Ausbildung. Ob eine Methode erfolgreich erlernt und durchgeführt wurde, lässt sich rückblickend durch Analyse von Qualität und erzielten Erfolgen feststellen. Regelmäßige qualitätssichernde Kontrollen sind also notwendig, um Aussagen über die Behandlungserfolge machen zu können. Der Vergleich mit anderen Veröffentlichungen erlaubt zudem in gewissen Grenzen die Einordnung der erzielten Ergebnisse.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist die retrospektive Untersuchung der Wurzelfüllungen, welche in den Jahren 1998 bis 2001 in vivo in der Abteilung für Zahnerhaltung der Philipps-Universität Marburg erfolgten. Die Untersuchung beinhaltet die Evaluation der Erfolgsrate im Sinne einer Qualitätssicherung in Abhängigkeit von definierten Parametern, die den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung positiv oder negativ beeinflussen können.

7.1.2. Material und Methode

Der bleibende Zahn wird als die kleinste Einheit dieser Studie betrachtet. Im Falle des Vorhandenseins mehrerer Wurzelkanalbehandlungen bei einem Patienten wurde jeder Zahn einzeln betrachtet. Eine eventuelle Revision wurde als eigener Fall aufgenommen. Als Untersuchungsgut dienten Patientenkarten

von Patienten, bei denen eine Wurzelkanalbehandlung im Untersuchungszeitraum in der Abteilung für Zahnerhaltung an der ZMK der Philipps-Universität Marburg durchgeführt wurde. Untersucht wurden 1260 Patientenakten. Die Daten wurden den Patientenkarten der Zahnerhaltung und der kieferchirurgischen Poliklinik entnommen.

Bei der Einsicht in die Patientenkarte wurden Name, Geschlecht, Geburtsdatum und das Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Wurzelfüllung als allgemeine Daten erfasst. Der behandelte Zahn und seine zugehörige Zahngruppe, das Jahr der Wurzelfüllung, der Grund der Behandlung, eine Erstversorgung oder Revision, Vitalität oder Devitalität des Zahnes, Vorhandensein einer Schmerzsymptomatik, Einsatz von Ledermix® und der Tag der Trepanation wurden als Daten zum Zeitpunkt der Trepanation erhoben. Ausgehend vom Tag der definitiven Wurzelfüllung wurde der Zeitabstand zwischen der Trepanation und der Wurzelfüllung bestimmt. Es wurde ebenfalls vermerkt, ob es sich beim Behandler um Studierende, Zahnärzte oder Fachspezialisten handelte.

Anhand der Röntgenbilder war die Beurteilung der Kondensation, der Länge und des periapikalen Zustands des Knochens möglich. Mit Hilfe der Einträge bei den Folgeuntersuchungen konnte der Erfolg oder Misserfolg der Behandlung und der Zeitabstand zwischen dem Tag der Wurzelfüllung und der letzten Untersuchung in situ definiert werden.

Als Erfolg im Sinne dieser Überlebensstudie wurden die Wurzelfüllungen gewertet, die sich zum Zeitpunkt der zuletzt vorhandenen Befunderhebung noch in ihrer ursprünglichen Form in situ befanden. Als Misserfolg wurde jegliche Intervention an der jeweiligen Wurzelfüllung gewertet.

Die erhobenen Daten wurden zunächst auf einem Protokollblatt notiert und in das SPSS-Programm 15.0 übertragen. Die kumulativen Überlebensfunktionen wurden als Kaplan-Meier-Kurven dargestellt und mit Hilfe einer statistischen Methode ausgewertet. Für Gruppenvergleiche wurde der Log-Rank-Test angewendet. Die Prüfparameter wurden statistisch mit Hilfe der Cox-Regression verglichen. Als Signifikanzniveau wurde hierfür $p=0.05$ festgelegt.

7.1.3. Ergebnisse

Als Gesamtheit liegen den Berechnungen 1260 Wurzelfüllungen zu Grunde. Im Jahr 2001 ist die Anzahl der durchgeführten Behandlungen mit $n=363$ am höchsten. Die Geschlechtsverteilung ist mit 594 Frauen und 666 Männern ausgeglichen. Die Gruppe der 60- bis 69-jährigen ist mit 243 Patienten am stärksten und die Gruppe der über 80-jährigen mit 14 Patienten am geringsten vertreten. Mit 55,5% sind die Wurzelkanalbehandlungen im OK häufiger als im UK (44,5%). Die Molaren im UK und die Prämolaren im OK lassen sich der Mehrheit der erfolgten Behandlungen zuordnen.

Der Gesamtbeobachtungszeitraum liegt zwischen 0 und 138 Monaten, der Mittelwert bei 28,52 Monaten. Für alle beurteilten Wurzelfüllungen ($n=1250$) ergibt sich eine mittlere Überlebenszeit von 116 Monaten. Es werden insgesamt 108 Verluste verzeichnet. Zum Zeitpunkt des letzten Verlustes beträgt die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,76$.

Hinsichtlich des Faktors *PR* werden mit $p=0,017$ höchstsignifikant bessere Ergebnisse für Zähne mit röntgenologisch entzündungsfreier Wurzelregion, als für Zähne, die eine apikale Ossifikation aufweisen, beobachtet. Für die Gruppe ohne apikale Parodontitis beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit zum Zeitpunkt des letzten Verlustes $p=0,86$. Für die Gruppe mit einer apikalen Parodontitis $p=0,73$.

Für die Beurteilung der Qualität der Wurzelfüllungen werden die Faktoren *Kondensation* und *Länge* röntgenologisch untersucht. Für den Faktor Kondensation ergibt der *Log-Rank-Test* mit $p=0,01$ einen höchstsignifikanten Unterschied zwischen den optimal und suboptimal kondensierten Wurzelfüllungen. Die Überlebenswahrscheinlichkeit beträgt für die erfolgreichere Gruppe $p=0,77$ und die mittlere Überlebensdauer 117 Monate. Für den Faktor *Länge* werden ebenso die besseren Ergebnisse für die korrekten Längen festgestellt. Die Überlebenswahrscheinlichkeit für diese Wurzelfüllungen beträgt $p=0,78$ und die mittlere Überlebensdauer 113 Monate. Mit $p=0,06$ beim *Log-Rank-Test* ist der Einfluss der Länge nahezu signifikant. Betrachtet man den Faktor Vitalität, ermittelt der *Log-Rank-Test* keinen

signifikanten Unterschied. Erfolgreicher ist die Behandlung devitaler Zähne mit einer Überlebenswahrscheinlichkeit von $p=0,83$. Symptomfreie Zähne führen zu besseren, aber nicht signifikant unterschiedlichen Ergebnissen. Hier wird eine Überlebenswahrscheinlichkeit von $p=0,82$ erfasst. Bei den Faktoren Revision, Behandler, Spezialisierung und Ledermix® als medikamentöse Einlage werden ebenso keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen festgestellt. Erstversorgungen haben eine Überlebenswahrscheinlichkeit von $p=0,76$, Revisionen $p=0,83$. Dieser Wert beträgt bei studentischen Behandlungen $p=0,79$, bei den Zahnärzten $0,78$ und bei den Fachspezialisten $p=0,65$. Ohne Ledermix® liegt die Überlebenswahrscheinlichkeit bei $p=0,78$ und ergibt damit ein besseres Ergebnis.

7.1.4. Diskussion und klinische Relevanz

Bei der vorliegenden Studie werden einheitlich mit der internationalen Literatur für die Methode der lateralen Kondensation als Fülltechnik gute Ergebnisse erfasst. Mit Hilfe dieser Methode lassen sich mit relativ geringem Aufwand technisch korrekte und qualitativ hochwertige Wurzelfüllungen durchführen.

Die variierend erhobenen Parameter und die unterschiedlichen Definitionen von Erfolg und Misserfolg erschweren den direkten Vergleich der verschiedenen Literaturquellen. Die Untersuchungseinheit *Zahn* ist auch nicht überall wieder zu finden. Es handelt sich um eine Langzeitbeobachtungsstudie, bei der die Beobachtungszeit 10 Jahre beträgt. Durch die Wahl der Kaplan-Meier-Methode sollen die sogenannten *zensierten Daten*, die bei einem Zeitraum dieser Länge wohl unvermeidbar sind, mit berücksichtigt werden.

Diese Arbeit belegt, dass Faktoren wie die periapikale Situation, Länge und Kondensation die Ergebnisse entscheidend ändern können. Dies ist im Einklang mit der vorhandenen Literatur.

Die Ergebnisse für die Faktoren *Vitalität*, *Revision* und *Behandler* lassen sich vor dem Hintergrund der bestehenden Literatur nicht schlüssig erklären. Für diese drei Faktoren werden in dem jeweiligen Abschnitt die vermutlichen Gründe aufgeführt und eine Fehleranalyse vorgenommen.

7.2. Fazit

Ziel der Studie: Das Ziel der vorliegenden Studie ist die retrospektive Untersuchung der Wurzelfüllungen, welche in den Jahren 1998 bis 2001 in vivo in der Abteilung für Zahnerhaltung der Philipps-Universität Marburg erfolgten. Die Untersuchung beinhaltet die Evaluation der Erfolgsrate im Sinne einer Qualitätssicherung in Abhängigkeit von definierten Parametern, die den Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung beeinflussen können.

Material und Methode: Untersucht wurden 1260 Wurzelkanalbehandlungen. Die Datenerhebung erfolgte nach Aktenlage und der vorhandenen Röntgenkontrollaufnahmen. Die kumulativen Überlebensfunktionen wurden als Kaplan-Meier-Kurven dargestellt und Unterschiede zwischen den Gruppen mit Hilfe des Log-Rank-Tests festgestellt. Vor Untersuchungsbeginn wurde ein Signifikanzniveau von $p=0,05$ definiert.

Ergebnisse: Für alle beurteilten Wurzelfüllungen beträgt die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit $p=0,76$. Die Faktoren *PRI*, *Länge* und *Kondensation* beeinflussen den Langzeiterfolg der Wurzelkanalbehandlungen höchstsignifikant. Die besseren Ergebnisse lieferten dabei periapikal gesunde Zähne, Wurzelfüllungen mit korrekter Länge und homogen kondensierte Wurzelfüllungen. Die Auswirkung der restlichen untersuchten Parameter wie *Vitalität*, *Schmerzsymptomatik*, *Revision*, *Behandler*, *Spezialisierung des Behandlers* und *Ledermix®* als Einlagefüllung auf den Langzeiterfolg stellt sich als nicht signifikant heraus.

Diskussion: Die Ergebnisse für die Faktoren *Vitalität*, *Revision* und *Behandler* lassen sich vor dem Hintergrund der bestehenden Literatur nicht schlüssig erklären. Für diese drei Faktoren werden in dem jeweiligen Abschnitt die vermutlichen Gründe aufgeführt und eine Fehleranalyse vorgenommen. Die Ergebnisse für die anderen untersuchten Faktoren stimmen allerdings mit denen der vorhandenen Literatur überein.

7.3. Abstract

Aim: The aim of this study is the retrospective analysis of root canal fillings, which were carried out in 1998 to 2001 in vivo at the Dental School, Philipps University of Marburg, Germany. This analysis contains the evaluation of the success rate for a quality assurance in dependence of selected parameters, which affect the success of root canal treatments.

Methodology: 1260 root canal treatments were determined. Data were collected from the dental records and the available control radiographs. The survival probability was demonstrated as Kaplan-Meier analysis and the intergroup differences were assessed with the log-rank test. The level of significance was defined $p=0,05$.

Results: The evaluated root canal fillings show an overall 10-year cumulative survival probability of $p=0,76$. The factors *PRI*, *length* and *condensation* are found to influence the long-term success of root canal treatments significantly. The superior achievements yielded the teeth with a healthy periapical condition, root canal fillings of the correct length and homogeneously condensed ones. The factors *vitality*, *pain symptomatic*, *revision*, *operator*, *specialist* and *Ledermix*[®] affect the long-term success insignificantly.

Conclusion: The results for the parameters *vitality*, *revision* and *operator* can not be clarified with regard to the literature published so far. On the contrary, the results relative to all other examined parameter show to be in accord with a large majority of the published literature.

8. Literaturverzeichnis

Abbott, P.V., Hume, W.R., Heithersay, G.S.

Effects of combining Ledermix and calcium hydroxide pastes on the diffusion of corticosteroid and tetracycline through human tooth roots in vitro

Endod Dent Traumatol. 5: 188-192 (1989)

Adenubi, J.O., Rule, D.C.

Success rate for root fillings in young patients

Brit Dent J. 141: 227-241 (1976)

Adriaens, P.A., De Boever, J.A., Loesche, W.J.

Bacterial invasion in root cementum and radicular dentin of periodontally diseased teeth in humans

J Periodontol. 59: 222 (1988)

Alley, B.S., Kitchens, G.G., Alley, L.W., Eleazar, P.D.

A comparison of survival of teeth following endodontic treatment performed by general dentists or by specialists

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 98: 115-118 (2004)

Anderson, M., Seow, W.K.

PH of endodontic medicaments used in pediatric dentistry: effects of dyadic combinations

J clin pediatr dent. 15: 42-45 (1990)

Auerbach, M.B.

Endodontic management of posterior teeth

J Am Dent Assoc. 58: 61-67 (1959)

Barbakow, F.H., Cleaton-Jones, P.E., Friedman, D.

Endodontic treatment of teeth with periapical radiolucent areas in a general dental practice

Oral Surg. 51: 552-559 (1981)

Barnett, F., Trope, M., Tronstad, L.

Bacteriologic status of the root canal after sonic, ultrasonic and hand instrumentations

Endod Dent Traumatol. 1: 288-335 (1985)

Barthel, C.R., Zimmer, S., West, G., Roulet, J.F.

Bacterial leakage in obturated root canals following the use of different intracanal medicaments

Endod Dent Traumatol. 16: 282-286 (2000)

Barthel, C.R., Zaritzki, F.F., Raab, W.H., Zimmer, S.

Bacterial leakage in roots filled with different medicaments and sealed with Cavit

J Endod. 32: 127-129 (2006)

Basmadjian-Charles, C.L., Farge, P., Bourgeois, D.M., Lebrun, T.

Factors influencing the long-term results of endodontic treatment: a review of the literature

Int Dent J. 52: 81-86 (2002)

Baumann, M.A.

Die Wurzelkanalfüllung. In: Heidemann, D. (Hrsg): Endodontie
Urban und Fischer, München/Jena, (2001)

Beer, R., Baumann, M. A.

Praktische Endodontie

Urban und Schwarzenberg (1994)

Beer, R., Baumann, M. A.

Endodontie. In: Farbatlanten der Zahnmedizin, Bd. , Hrsg.
Thieme Verlag, Stuttgart (1997)

**Bergenholtz, G., Lekholm, U., Milthon, R., Heden, G., Ödesjö, B.,
Engström, B.**

Retreatment of endodontic fillings
Scand J Dent Res. 87 : 217-224 (1979)

Bergenholtz, G., Hasselgren, G.

Endodontics and Periodontics
In : Linde, J. : Textbook of clinical periodontology
Munksgaard, Copenhagen 318 (2003)

Bergström, J., Eliasson, S., Ahlberg, K.

Periapical status in subjects with regular dental care habits
Community Dent Oral Epidemiol. 15: 236 (1987)

Beyer - Olsen, E.

Radiopacity of root filling material with reference to in vitro obturation and
leakage
University of Oslo (1983)

Bierenkrant, D.E., Parashos, P., Messer, H.H.

The technical quality of nonsurgical root canal treatment performed by a
selected cohort of Australian endodontists
Int Endod J. 41: 561-570 (2008)

Boltacz - Rzepkowsk, E., Pawlicka, H.

Radiographic features and outcome of root canal treatment carried out in the
Lodz region of Poland
Int Endod J. 36: 27-32 (2003)

Bryson, E.C., Levin, L., Banchs, F., Abbott, P.V., Trope, M.

Effect of immediate intracanal placement of Ledermix Paste® on healing of replanted dog teeth after extended dry times

Dent Traumatol. 18: 316-321 (2002)

Buckley, M., Spångberg, L. S. W.

The prevalence and technical quality of endodontic treatment in an American subpopulation

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 79: 92-100 (1995)

Byström, A., Happonen, R. P., Sjögren, U., Sundquist, G.

Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis

Endod Dent Traumatol. 3: 58-63 (1987)

Castagnola, L.

1000 Fälle von Gangränbehandlung nach der Walkhoffschen Methode aus dem statistischen Material der konservierenden Abteilung

Schweiz Monatszeitschrift Zahnheilkunde 60: 1033-1076 (1950)

Certosimo, F. J., Milos, M. F., Walker, T.

Endodontic working length determination - where does it end?

Gen Dent. 47: 281-286 (1999)

Chandra, A.

Discuss the factors that affect the outcome of endodontic treatment

Aust Endod J. 35: 98-107 (2009)

Cheng, Y., Peng, B., Shen, Y., Bian, Z., Fan, M.W.

Analysis on results of endodontic treatment and influencing factors

Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 41: 517-520 (2006)

Cheung, G. S.

Survival of first-time nonsurgical root canal treatment performed in dental teaching hospital

Oral Surg oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 93: 596-604 (2002)

Chugal, N. M., Clive, J. M., Spangberg, L.

A prognostic model for assessment of the outcome of endodontic treatment: effect of biologic and diagnostic variables

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 91: 342-352 (2001)

Coolidge, E.D.

A discussion of clinical results of root-canal treatment and filling

Dental Cosmos. 69: 1280-1288 (1927)

Davies, J.A.

Dental restoration longevity: a critique of the life table method of analysis

Community Dent Oral Epidemiol. 15: 202-204 (1987)

Damaschke, T., Steven, D., Kaup, M., Ott.

Long-term survival of root-canal-treated teeth: a retrospective study over 10 years

J Endod. 29: 638-643 (2003)

DGZMK und DGZ gemeinsame wiss. Stellungnahme 2000

Zur Prognose von Wurzelkanalbehandlungen (2000)

DGZMK Wiss. Stellungnahme 2000

Wurzelkanalfüllpasten und -füllstifte.

Dtsch Zahnärztl Z. 55: 9-11 (2000)

Eckerbom, M., Andersson, J. E., Magnusson, T.

A longitudinal study of changes in frequency and technical standard of endodontic treatment in a Swedish population

Endod Dent Traumatol. 5: 27-31 (1989)

Eckerbom, M., Magnusson, T.

Evaluation of technical quality of endodontic treatment-reliability of intraoral radiographs

Endod Dent Traumatol. 13: 259-264 (1997)

Ehrmann, E.H., Messer, H.H., Adams, G.G.

The relationship of intracanal medicaments to postoperative pain in endodontics

Int Endod J. 36: 868-875 (2003)

Eriksen, H. M., Bjertness, E., Ørstavik, D.

Prevalence and quality of endodontic treatment in an urban adult population in Norway

Endod Dent Traumatol. 4: 122-126 (1988)

Eriksen, H.M., Kirkevang, L.L., Petersson, K.

Endodontic epidemiology and treatment outcome: general considerations

Endod Topics 2: 1-9 (2002)

European Society of Endodontology

Consensus report of the European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment

Int Endod J. 27 : 115-124 (1994)

Fava, L.R.

The double-flared technique : an alternative for biomechanical preparation

J Endod. 9 : 76-80 (1983)

Figdor, D.

Apical periodontitis: A very prevalent problem

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 94: 651-652 (2002)

Friedman, S., Löst, C., Zarrabian, M., Trope, M.

Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glassionomer cement sealer

J Endod. 21: 384-390 (1995)

Friedman, S., Abitbol, S., Lawrence, H.P.

Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase I: initial treatment

J Endod. 29: 787-793 (2003)

Fritz, U.B., Kerschbaum, T.

Langzeitverweildauer wurzelkanalgefüllter Zähne

Dtsch Zahnärztl Z. 54: 262-264 (1999)

Goerig A.C., Michelich, R.J., Schultz, H.H.

Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique

J Endod. 8: 550-554 (1982)

Goreva, L.A., Petrikas, A.Zh.

Postobturation pain associated with endodontic treatment

Stomatologija (Mosk). 83: 14-16 (2004)

Grahnen, H., Hansson, L.

The prognosis of pulp and root canal therapy: a clinical and radiographic follow-up examination

Odontol Revy. 12: 146-165 (1961)

Guldener, P.H.A., Langeland, K.

Endodontologie

Thieme Verlag, Stuttgart (1987)

Gutmann, J. L.

Problem solving in endodontic working-length determination

Compend Contin Educ Dent. 16: 288-302 (1995)

Heling, B., Tamshe, A.

Evaluation of the success of endodontically treated teeth

Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 30: 533-536 (1970)

Hellwig, E., Klimek, J., Ahrens, G.

Dreijährige Erfolgskontrolle von Wurzelbehandlungen aus studentischen
Behandlungskursen

Dtsch Zahnärztl Z. 37: 949-953 (1982)

Hellwig, E., Klimek, J., Attin, T.

Endodontie. In: Einführung in die Zahnerhaltung

Urban & Schwarzenberg (1995)

Hellwig, E., Klimek, J., Attin, T.

Endodontologie

In: Einführung in die Zahnerhaltung

Urban und Fischer, München/Jena (1999)

Hellwig, E., Klimek, J., Attin, T.

Restauration mit plastischen Füllungsmaterialien

In: Einführung in die Zahnerhaltung

Urban und Fischer, München/Jena (1999)

Hoskinson, S.E., Ng Y. L., Hoskinson, A.E., Moles, D.R., Gulabivala, K.

A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 93: 705-715 (2002)

Hülsmann, M., Lorch, V., Franz, B.

Untersuchung zur Häufigkeit und Qualität von Wurzelfüllungen

Dtsch Zahnärztl Z. 46: 296-299 (1991)

Hülsmann M., Bahr, R., Gambal, A.

Die maschinelle Wurzelkanalaufbereitung mit dem Endoplaner- Winkelstück: Reinigungswirkung, Formgebung und Arbeitssicherheit

Acta Med dent Helv. 3: 189-195 (1998)

Hülsmann, M.

Die Aufbereitung des Wurzelkanals. In: Heidemann, D. (Hrsg): Endodontie
Urban und Fischer, München/Jena (2001)

Imfeld, T.

Prevalence and quality of endodontic treatment in an elderly urban population of Switzerland

J Endod. 17: 604 (1991)

Imura, N., Pinheiro, E.T., Gomes, B.P., Zaia, A.A., Farraz, C.C., Souza-Filho, F.J.

The outcome of endodontic treatment: a retrospective study of 2000 cases performed by a specialist

J Endod. 33: 1278-1282 (2007)

Ingle, J.I.

A standardized endodontic technique using newly designed instruments and filling materials

Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 14: 83-91 (1961)

Ingle, J.I., Beveridge, E.E., Glick, D.H., Weichman, J.A.

Modern endodontic therapy In: Endodontics, 2nd edn, pp 34-56

Lea & Febiger, Philadelphia (1976)

Ingle, J.I., Beveridge, E.E., Glick, D.H., Weichman, J.A.

The Washington study

Ingle J.I., Bakland, L.K. (Herausgeber). Endodontics. 4th. Baltimore

Williams and Wilkins, 25-44 (1994)

Jokinen M.A., Kotilainen, R., Poikkeus, P., Poikkeus, R., Sarkki, L.

Clinical and radiographic study of pulpectomy and root canal therapy

Scand J Dent Res. 86: 366-373 (1978)

Kaplan, E.L., Meier, P.

Nonparametric estimation from incomplete observations

J. Amer Statist Ass 53: 457-481 (1958)

Kerekes, K., Tronstad, L.

Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique

J Endod. 5: 83-90 (1979)

Kersten, H.W., Wesselink, P.R., Thoden van Velzen, S.K.

The diagnostic reliability of the buccal radiograph after root canal filling

Int Endod J. 20: 20-24 (1987)

Kersten, H.W., Moorer, W.R.

Particles and molecules in endodontic leakage

J Endod. 22: 118-124 (1989)

Klimek, J., Koçkapan, C., Borchert, J.

Häufigkeit und Qualität von Wurzelkanalfüllungen in den Jahren 1983 und 1991

Dtsch Zahnärztl Z. 50: 154-156 (1995)

**Kojima, K., Inamoto, K., Nagamatsu, K., Hara, A., Nakata, K., Morita, I.,
Nakagaki, H., Nakamura, H.**

Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps : a meta-analysis

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 97 : 95-99 (2004)

KZBV

Statistische Daten zur vertragszahnärztlichen Versorgung (2003)

Lazarski, M.P., Walker, W.A., III, Flores, C.M., Schindler, W.G., Hargreaves, K.M.

Epidemiological evaluation of the outcomes of nonsurgical root canal treatment in a large cohort of insured dental patients

J Endod. 27 : 791-796 (2001)

Lewsey, J.D., Gilthorpe, M.S., Gulabivala, K.

An introduction to meta-analysis within the framework of multilevel modelling using the probability of success of root canal treatment as an illustration

Community dental health. 18 : 131-137 (2001)

Lörinczy- Landgraf, E.

Die anatomischen Grundlagen zur Wurzelkanalbehandlung

Dtsch Zahnärztl Z. 16 : 350 (1961)

und

Zu den anatomischen Grundlagen zur Wurzelkanalbehandlung

Dtsch Zahnärztl Z. 16 : 1432 (1961)

Löst, C., Weiger, R., Axmann-Krcmar, D.

Prognose von Wurzelkanalbehandlungen unter Anwendung der lateralen Kondensationstechnik und eines Glasionomerzementsealers

Dtsch Zahnärztl Z. 50: 897-901 (1995)

Lupi- Pegurier, L., Bertrand, M.F., Muller-Bolla, M., Rocca, J.P., Bolla, M.

Periapical status, prevalence and quality of endodontic treatment in an adult French population

Int Endod J. 35: 690-697 (2002)

Marques, M.D., Moreira, B., Eriksen, H.M.

Prevalence of apical periodontitis and results of endodontic treatment in an adult, Portuguese population

Int Endod J. 31: 161-165 (1998)

Matsumuto, T., Nagai, T., Ida, K., Ito, M., Kawai, Y., Horiba, N., Sato, R., Nakamura, H.

Factors affecting successful prognosis of root canal treatment

J Endod. 13: 239-242 (1987)

Molen, C.K., BeGole, E.A., Jacobsen, E.L.

Endodontic patient recall procedures: a national survey of endodontic practices

J Endod. 24: 829-832 (1998)

Molven, O., Halse, A.

Success rates for gutta-percha and Kloroperka N-Ø root fillings made by undergraduate students: radiographic findings after 10-17 years

Int Endod J. 21 : 243-250 (1988)

Moussa-Badran, S., Roy, B., Bessart du Parc, A.S., Bruyant, M., Lefevre, B., Maurin, J.C.

Technical quality of root fillings performed by dental students at the dental teaching centre in Reims, France

Int Endod J. 41: 679-684 (2008)

Mühlemann, H.R.

Zur statistischen Beurteilung von Wurzelbehandlungserfolgen

Schweiz Mschr Zahnheilk. 75: 1135 (1965)

Mutschelknauss, R.

Endodontie in der Parodontologie

Dtsch Zahnärztl Z. 30: 372 (1975)

Ng, Y.L., Mann, V., Rahbaran, S., Lewsey, J., Gulabivala, K.

Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature

Part 2. Influence of clinical factors

Int Endod J. 41: 6-13 (2008)

Nguyen, N.T.

Obturation of the root canal system

In: Pathways of the pulp, 1st edn (eds S. Cohen and R.C. Burns), p.180, C.V.

Mosby Company, St. Louis (1976)

Peak, J.D.

The success of endodontic treatment in general dental practice: a retrospective clinical and radiographic study

Prim Dent Care 1: 9-13 (1994)

Peak, J.D., Hayes, S.J., Bryant, S.T., Dummer, P.M.

The outcome of root canal treatment. a retrospective study within the armed forces (Royal Air Force)

Br dental J.190: 140-144 (2001)

Pecchioni, A.

Die Wurzelkanalbehandlung: Eine praktische Anleitung für Studierende und Praktiker

Quintessenz Verlags- GmbH (1982)

Pekruhn, R.B.

The incidence of failure following single-visit endodontic therapy

J Endod. 12: 68-72 (1986)

Peters, L.B.

Präparation der endodontischen Zugangskavität und Darstellung der Kanäle

I. Schneidezähne und Eckzähne

Endodontie 1 (1992)

Peterson, J., Gutmann, J.L.

The outcome of endodontic resurgery: a systematic review

Int Endod J. 34: 169-175 (2001)

Petersson, K., Lewin, B., Hakansson, J., Olsson, B., Wennberg, A.

Endodontic status and suggested treatment in a population requiring substantial dental care

Endod Dent Traumatol. 5: 153-158 (1989)

Petersson, K.

Endodontic status of mandibular premolars and molars in Swedish adults: a repeated cross-sectional study in 1974 and 1985

Endod Dent Traumatol. 9: 185-190 (1993)

Polycarpou, N., Ng, Y.L., Canayan, D., Moles, D.R., Gulabivala, K.

Prevalence of persistent pain after endodontic treatment and factors affecting its occurrence in cases with complete radiographic healing

Int Endod J. 38, 169-178 (2005)

Reit, C.

Decision strategies in endodontics: on the design of a recall program

Endod Dent Traumatol. 3: 233 (1987)

Reit, C., Gröndahl, H.G.

Application of statistical decision theory to radiographic diagnosis of endodontically treated teeth

Scand J Dent Res. 91 : 213-218 (1983)

Rocke, H., Kerschbaum, Th., Fehn, C.

Zur Verweildauer wurzelkanalbehandelter Zähne

Dtsch Zahnärztl Z. 52: 783-786 (1997)

Rödig, R., Hülsmann, M.

Die Medikamentöse Einlage in der Endodontie

Endodontie 14: 281-295 (2005)

Roloff, A.

Untersuchung der Prävalenz der Parodontitis apicalis in einer Berliner Population und des Einflusses der Qualität von Wurzelkanalfüllungen sowie von Deckfüllung auf das apikale Parodont (2006)

Ross, C., Scheetz J., Crim, G., Caicedo, R., Morelli, J., Clark, S.

Variables affecting endodontic recall

Int Endod J. 42: 214-219 (2009)

Sauerwein, E.

Zahnerhaltungskunde: Kariestherapie- Endodontie- Parodontologie

Thieme Verlag Stuttgart/New York (1985)

Seltzer, S., Soltanoff, W., Smith, J.

Periapical tissue reactions to root canal instrumentation beyond the apex

J Oral Surg. 36: 725 (1973)

Sinha, M.

Qualität und Wirtschaftlichkeit in der zahnmedizinischen Versorgung

Bundesverband der Betriebskrankenkassen gefördert durch den Bundesminister für Gesundheit (Hrsg.). Beiträge zur Qualitätssicherung in der Zahnmedizin Baden-Baden 1-266 (2004)

Sjögren, U., Hagglund, B., Sundqvist, G., Wing, K.

Factors affecting the long-term results of endodontic treatment

J Endod. 16: 498-504 (1990)

Sjögren, U., Figdor, D., Persson, S., Sundqvist, G.

Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis

Int Endod J. 30: 297-306 (1997)

Sobbarzo-Navarro, V., Rastl, B., Quistorp-Prömper, M., Hädicke, W.-D., Nolden, R.

Langzeiterfahrungen mit systematischer Endodontie im Klinikbetrieb

Dtsch Zahnärztl Z. 43: 272-275 (1988)

Spångberg, L.

Biological effects of root canal filling materials

Odont Revy. 20: 123-145 (1969)

Swartz, D.B., Skidmore, A.E., Griffin, J.A.

Twenty years of endodontic success and failure

J Endod. 9: 198-202 (1983)

Schilder, H.

Filling root canals in three dimensions

Dent Clin North 11: 723-744 (1967)

Schmalbruch, A.C.,

Behandlungsdauer von Wurzelkanalbehandlungen, Recallfrequenz sowie Verweildauer wurzelkanalbehandelter Zähne: Eine retrospektive, statistische Studie (2006)

Schmalz, G.

Die Gewebeverträglichkeit zahnärztlicher Materialien

Thieme Verlag, Stuttgart (1981)

Schmalz, G.

Die Wurzelkanalbehandlung - Klinische Erfolge

Dtsch Zahnärztl Z. 45: 251-256 (1990)

Schmeißer, K.

Retrospektive Evaluation von in den Jahren 1990 und 1991 in vivo gelegten Wurzelfüllungen (2001)

Schröder, A.

Endodontie

Verlag Die Quintessenz, Berlin (1977)

Schroeder H.E.

Pathobiologie oraler Strukturen

Krager, Basel (1991)

Schulte, A., Pieper, K., Charalabidou, O., Stoll, R., Stachniss, V.

Prevalence and quality of root canal fillings in a German adult population: a survey of orthopantomograms taken in 1983 and 1992

Clin Oral Investig. 2: 67-72 (1998)

Städtler

Prognose endodontischer Therapie

Publikation im März 2006

Stoll, R., Siewecke, M., Pieper, K., Stachniss, V.

Longevity of cast gold inlays and partial crowns: a retrospective study at a dental school clinic

Clin Oral Invest. 3: 100-104 (1999)

Stoll, R., Betke K., Stachniss, V.

The influence of different factors on the survival of root canal fillings: a 10-year retrospective study

J Endod. 31: 783-790 (2005)

Strindberg, L.Z.

The dependence of the results of pulp therapy on certain factors. An analytic study based on radiographic and clinical follow-up examinations

Acta Odontol Scand. 14: 1-175 (1956)

Taylor, M.A., Humen, W.R., Heithersay, G.S.

Some effects of Ledermix[®] paste and Pulpdent[®] paste on mouse fibroblasts and on bacteria in vitro

Endod Dent Traumatol. 5: 266-273 (1989)

Teo C.S., Chan, N.C., Lim, S.S.

Success rate in endodontic therapy: a retrospective study. Part II

Dent J Malays. 9: 11-17 (1986)

Tickle, M., Milsom, K., Qualtrough, A., Blinkhorn, F., Aggarwal, V.R.

The failure rate of NHS funded molar endodontic treatment delivered in general dental practice

Br Dent J. 204: 595-596, (2008)

Tidmarsh, B. G.

Radiographic interpretation of endodontic lesions - a shadow of reality

Int Dent J. 37: 10-15 (1987)

Tilashalski, K.R., Gilbert, G.H., Boykin, M.J., Shelton, B.J.

Root canal treatment in a population-based adult sample: status of teeth after endodontic treatment

J Endod. 30: 577-581 (2004)

Tronstad, L.

Clinical endodontics - a textbook

Thieme Verlag, Stuttgart/New York (1991)

Van Nieuwenhuysen J.P., Aouar M., D'Hoore W.

Retreatment or radiographic monitoring in endodontics

Int Endod J. 27: 75-81 (1994)

Voss, A.

Die Wurzelkanallängenbestimmung - Röntgenologisch und/oder endometrisch.

In: Schriftenreihe APW, herausgegeben von der Akademie Praxis und Wissenschaft in der DGZMK, Endodontie - Neue Erkenntnisse aus Praxis und Wissenschaft (1993)

Weiger, R., Hitzler, S., Hermle, G., Lost, C.

Periapical status, quality of root canal fillings and estimated endodontic treatment needs in an urban German population

Endod Dent Traumatol. 13: 69-74 (1997)

Weine, F.S.

Endodontic therapy

By Mosby-Year Book, Inc. (1996)

Wong K.S., Sae-Lim, V.

The effect of intracanal Ledermix on root resorption of delayed-replanted monkey teeth

Dent Traumatol. 18: 309-315 (2002)

Wu, M.K., Wesselink, P.R.

Endodontic leakage studies reconsidered. Part 1: Methodology, application and relevance

Int Endod J. 26: 37-43 (1993)

Wu, M.-K., Wesselink, P. R., Walton, R. E.

Apical terminus location of root canal treatment procedures

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 89: 99-103 (2000)

Ziegler, A., Lange, S., Bender, R.

Überlebenszeitanalyse: Eigenschaften und Kaplan-Meier Methode

Artikel Nr. 15 der Statistik-Serie in der DMW (2007)

9. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Stoll für die Überlassung dieses Dissertationsthemas, seine Betreuung während der gesamten Arbeit und die wertvolle Beratung. Vielen Dank für die Freundlichkeit, das Zeitnehmen und die guten Hilfestellungen.

Herrn Prof. Dr. Gente danke ich für sein Interesse, sein Mitdenken und seine Rücksichtnahme während der Arbeit.

Ich bedanke mich bei meinen Kollegen für die Motivation und ihre Kollegialität.

Ein ganz großes Dankeschön gilt Frau Dr. Annette Althaus für ihre Hilfsbereitschaft. Danke für die Anregungen, für das Korrigieren und die guten Tipps beim Schreiben.

Danke an meine Freunde für ihr Dasein. Besonders danke ich Frau Dr. Stefanie Greb für ihre Verlässlichkeit und die schönen gemeinsamen Erlebnisse. Frau San Miguel und Frau Spanknebel danke ich für die Aufmunterungen und ihre Freundschaft.

Meinem Onkel, seiner Frau und deren Töchtern danke ich dafür, dass sie an mich geglaubt und mir stets die Daumen gedrückt haben.

Ganz besonders danke ich meiner Familie. Meinen Eltern danke ich für ihre unendliche Liebe und Unterstützung, die mir die notwendige Kraft für das Leben schenkt. Ihnen ist diese Arbeit gewidmet.

Danke an meine Schwester und meine Tante für ihre Liebe, Motivation und konstruktive Kritik.

Meinem lieben Freund danke ich für seine Geduld, seine Liebe, die guten Ratschläge und die Großzügigkeit, immer für mich da zu sein.

10. Tabellarischer Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Sara Parchami
geboren: am 30.06.1981 in Esfahan - Iran
Eltern: Mahmoud Parchami und Parivash Abbas Rezaei

Schulischer Werdegang

1987-1991	Grundschule in Oroumyeh-Iran
1991-1994	Orientierungsschule in Oroumyeh-Iran
1994-1997	Gymnasium in Oroumyeh-Iran
1997-1998	Vor-Universität Fachrichtung Physik/Mathematik in Oroumyeh-Iran
2000-2001	Studienkolleg Mittelhessen in Marburg

Beruflicher Werdegang

2001-2006	Studium der Zahnheilkunde an der Philipps-Universität Marburg
19.10.2004	Zahnärztliche Vorprüfung
25.06.2007	Abschluss Staatsexamen
09.05.2008	Berufserlaubnis (= Approbation)
seit Mai 2008	Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Zahnärztin am Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Gießen und Marburg, Standort Marburg, Abteilung für Orofaziale Prothetik und Funktionslehre, Bereich für Propädeutik

11. Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer im Fachbereich Medizin waren die Damen und Herren der Philipps-Universität Marburg:

Adamkiewicz, Aumüller, Austermann, Bauer, Cetin, Coca, Dibbets, Ellers, Feuser, Flores-de-Jacoby, Gente, Geus, Gloerfeld, Hasilik, Höffken, Holzheidt, Koolmann, Lehmann, Löffler, Lotzmann, Mandrek, Mengel, Mittag, Nonnenmacher, Jablonski-Momeni, Mutters, Pieper, Ramaswamy, Röhm, Rogausch, Seitz, Sonntag, Stachniss, Steiniger, Stoll, Sundermeyer, Suske, Umstadt, Weihe, Werner, Westermann

12. Anhang

Bogen zur Datenerhebung

1. Laufende Nummer

2. Aktennummer

3. Name, Vorname

4. Geschlecht:

weiblich= 1 männlich= 2

5. Geburtsdatum

6. Alter des Patienten am Tag der Wurzelfüllung

7. Zahn (internationales Zahnschema)

8. Zahngruppe:

OK-Frontzähne= 1 OK- Eckzähne= 3 OK- Prämolaren= 5 OK- Molaren= 7

UK-Frontzähne= 2 UK- Eckzähne= 4 UK- Prämolaren= 6 UK- Molaren= 8

9. Jahr der Wurzelfüllung (1998-2001)

10. Wurzelfüllung oder Wurzelspitzenresektion:

Wurzelfüllung= 0 Wurzelspitzenresektion= 1

11. Erstversorgung oder Revision:

Erstversorgung= 0 Revision= 1

12. Vitalität:

devital= 0 vital= 1

13. Symptomatik:

keine Symptome= 0 Symptome= 1

14. Medikamentöse Einlage:

ohne Ledermix®= 0 mit Ledermix®= 1

15. Datum der Trepanation

16. Datum der Wurzelfüllung

17. Dauer:

Zeitabstand zwischen der Trepanation und der Wurzelfüllung in Tagen.

18. Behandler:

Student= 1 Zahnarzt= 2 Spezialist= 3

19. Experte:

Spezialist 1= 0 Spezialist 2= 1

20. PRI- Grad:

definitiv keine Knochenentzündung= 1

wahrscheinlich keine Knochenentzündung= 2

Knochenentzündung nicht beurteilbar= 3

wahrscheinlich Knochenentzündung= 4

definitiv Knochenentzündung= 5

21. Kondensation:

sehr gut= 1 gut= 2 befriedigend= 3 schlecht= 4

22. Länge:

optimal= 1 zu lang= 2 zu kurz= 3

23. Zensus (Erfolg):

Der letzte vermerkte Tag, an dem sich der Zahn einschließlich der
Wurzelfüllung in situ befand.

24. Event (Misserfolg):

keine Extraktion= 0 Extraktion= 1

25. Zeit:

Der Zeitabstand zwischen der Wurzelfüllung und dem Zensus in Monaten.

13. Ehrenwörtliche Erklärung

„Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin Marburg zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel

Der Einfluss verschiedener Parameter auf den klinischen Langzeiterfolg von Wurzelkanalfüllungen am Zentrum für ZMK der Philipps-Universität Marburg als Beitrag zur internen Qualitätssicherung

in der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Gießen und Marburg, Standort Marburg, in der Abteilung für Zahnerhaltung unter Leitung von Prof. Dr. R. Stoll ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe. Ich habe bisher an keinem in- oder ausländischen medizinischen Fachbereich ein Gesuch um Zulassung zur Dissertation vorgelegt.“